Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
Мішкольцький університет (Угорщина)
Магдебурзький університет (Німеччина)
Петрошанський університет (Румунія)
Варшавська політехніка (Польща)
Познанська політехніка (Польща)
Софійський університет (Болгарія)
Міжнародний університет INTI (Малайзія)

Ministry of Education and Science of Ukraine
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute»
University of Miskolc (Hungary)
Magdeburg University (Germany)
Petrosani University (Romania)
Politechnika Warszawska (Poland)
Poznan Polytechnic University (Poland)
Sofia University (Bulgaria)
International University INTI (Malaysia)

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ: НАУКА, ТЕХНІКА, ТЕХНОЛОГІЯ, ОСВІТА, ЗДОРОВ'Я

Наукове видання

Тези доповідей
XXXIII МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
MicroCAD-2025

Харків 2025

INFORMATION TECHNOLOGIES: SCIENCE, ENGINEERING, TECHNOLOGY, EDUCATION, HEALTH

Scientific publication

Abstracts
XXXIII INTERNATIONAL SCIENTIFIC-PRACTICAL CONFERENCE
MicroCAD-2025

Kharkiv 2025

І 74

УДК 004(063)

Голова конференції: Сокол Є.І. (Україна).

Співголови конференції: Герджиков А. (Болгарія), Зарембу К., Єсиновскі Т. (Польща), Раду С.М. (Румунія), Стракелян Й. (Німеччина), Хорват З. (Угорщина), Лі Ю Куанга Д. (Малайзія)

Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXXIII міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2025, 14-17 травня 2025 р. / за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків: НТУ «ХПІ». – 1882 с.

Подано тези доповідей науково-практичної конференції MicroCAD-2025 за теоретичними та практичними результатами наукових досліджень і розробок, які виконані викладачами вищої школи, науковими співробітниками, аспірантами, студентами, фахівцями різних організацій і підприємств.

Для викладачів, наукових працівників, аспірантів, студентів, фахівців.

Тези доповідей відтворені з авторських оригіналів.

ISSN 2786-9253 (Online)

© Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», 2025

ЗМІСТ

Секція 1. **Енергетика, електроніка та електромеханіка** **5**

1.1 Моделювання робочих процесів в тепло-технологічному, енергетичному обладнанні та проблеми енергозбереження 5
1.2 Електромеханічне та електричне перетворення енергії 56
1.3 Сучасні інформаційні та енергозберігаючі технології в енергетиці 125
1.4 Актуальні проблеми енергетичного машинобудування 179

Секція 2. **Актуальні питання механічної інженерії і транспорту** **214**

2.1 Технологія та автоматизоване проектування в машинобудуванні 214
2.2 Фундаментальні та прикладні проблеми транспортного машинобудування 295
2.3 Нові матеріали та сучасні технології обробки металів 360
2.4 Природоохоронні технології, професійна безпека та здоров`я 425
2.5 Розбудова обороноздатності України 505

Секція 3. **Комп'ютерне моделювання, прикладна фізика та математика** **548**

3.1 Математичне моделювання в механіці і системах управління 548
3.2 Комп'ютерні технології у фізико-технічних дослідженнях 592
3.3 Мікропроцесорна техніка в автоматиці та приладобудуванні 612

Секція 4. **Хімічні технології та інженерія** **657**

Секція 5. **Економіка, менеджмент і міжнародний бізнес** **806**

Секція 6. **Медичні науки** **1134**

Секція 7. **Міжнародна освіта** **1188**

7.1 Міжнародна технічна освіта: тенденції та новації 1188
7.2 Міжнародна гуманітарна освіта 1209

Секція 8. **Соціально-гуманітарні технології** **1233**

8.1 Актуальні питання соціально-гуманітарних технологій 1233
8.2 Інформаційні технології в управлінні соціальними системами 1292
8.3 Актуальні проблеми розвитку інформаційного суспільства в Україні 1338

Секція 9. **Комп'ютерні науки та інформаційні технології** **1355**

9.1 Інформаційні та управляючі системи 1355
9.2 Штучний інтелект, аналіз даних та математичне моделювання 1475
9.3 Застосування комп'ютерних технологій для вирішення наукових і соціальних проблем у медицині 1537
9.4 Інформатика і моделювання 1574
9.5 Мультимедійні та інтернет технології і системи 1646
9.6 Страховий фонд документації: Актуальні проблеми та методи обробки і зберігання інформації 1688

Секція 10. **Навколоземний космічний простір. Радіофізика та іоносфера** **1697**

Секція 11. **Електромагнітна стійкість** **1708**

Секція 12. **Воєнні науки, національна безпека, безпека державного кордону** **1719**

СЕКЦІЯ 1
ЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОНІКА ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА

1.1 МОДЕЛЮВАННЯ РОБОЧИХ ПРОЦЕСІВ В ТЕПЛО-ТЕХНОЛОГІЧНОМУ, ЕНЕРГЕТИЧНОМУ ОБЛАДНАННІ ТА ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

STUDY OF THE MONOBLOCK OPERATION OF A REFRIGERATION CHAMBER UNDER DIFFERENT OPERATING CONDITIONS

Bannyk O. S., Tuchin V. I.

National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

The study of monoblock operation is of practical importance for improving the performance, efficiency, and environmental sustainability of refrigeration systems. Research into monoblock efficiency helps identify factors that can be optimized to increase productivity and reduce energy consumption. This is a key aspect in the development of modern energy-efficient technologies, as monoblocks are widely used in commercial refrigeration.

Various operating conditions of the monoblock were simulated in a special chamber designed for research purposes. A series of tests were conducted to evaluate the impact of refrigerant charge on monoblock performance. Additionally, the influence of condenser efficiency on the overall system operation was examined, along with different operating scenarios: ambient temperature, chamber load, and door opening frequency.

Based on the study of the refrigeration chamber monoblock under different operating conditions, conclusions were drawn regarding the system's performance and reliability.

System Efficiency: the study showed that the monoblock demonstrates high operational efficiency under optimal temperature conditions and appropriate humidity levels. Product storage efficiency and temperature stability meet standard requirements.

System Reliability: the system exhibited a high level of reliability with proper maintenance and regular monitoring of equipment condition. Minor operational deviations mainly occurred due to improper use or maintenance shortcomings.

Monoblock performance depends on the correct selection and tuning of system operation modes.

Different operating conditions–such as temperature, humidity, load, and type of refrigerant–significantly influence monoblock performance.

Optimal conditions contribute to increased productivity and service life of the monoblock.

The study provided recommendations for monoblock manufacturers regarding optimal operating conditions, identified critical factors that reduce energy efficiency, and proposed algorithms for potential improvement in monoblock control systems.

CRYOSAUNA

Bilous D.Yu., Rudenko M.Z., Chichibaba I.A.
National Technical University
«Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

One of the most common methods of prevention, treatment and health maintenance in the history of mankind was considered cold. The latest clinical studies show that with a short-term effect (1–3 minutes) of cold static air at a temperature of −100°C to −150°C on the human body, its immunity increases dramatically, metabolism is activated, hormonal levels are normalized, and various pains are eliminated [1]. In this regard, in recent years, the use of cryotherapy with exposure to artificial cold in special thermally insulated chambers – cryosaunas has become much more widespread. The health course is at least 10–15 sessions. If there are indications, the number of sessions can be increased to 25–30. A repeated course can be completed in two to three months.

Cryogenic temperatures can be obtained by gasification of liquid air or nitrogen, or using cascade refrigeration machines. There are two types of cryosaunas − individual (for one person) and group (for cryotherapy of several people).

In an individual cryosauna (which is equipped with a regulating floor), the patient is lifted into the cabin so that only the body is cooled, while the head remains outside. In this way, he can breathe air from the main room. This solution also helps people who suffer from claustrophobia.

A group cryosauna is a block consisting of two separate rooms − a preliminary chamber and a main chamber. The temperature in the first is maintained in the range from −40°C to −60°C, and in the second from −100°C to −150°C. The refrigeration unit supplies cooled, dried atmospheric air into the interior of the cryoprocedure cabin in the form of a laminar flow. The humid exhaled air is constantly sucked away.

The choice of an economical cooling system and effective thermal insulation is the main problem in the development of such cryogenic installations.

Sandwich panels are most often used for thermal insulation of the cryosauna. In general, sandwich panels are a three-layer structure. Insulation is placed between two thin sheets of metal or plastic. During installation, these simple structures are securely connected to each other with special locking joints, which ensure ease of installation and a high level of tightness. Calculation of the thermal efficiency of various thermal insulation materials showed that the best indicators are provided by polyurethane foam with a thickness of 140 – 160 mm.

The consumption of liquid nitrogen for cooling and operation of an individual cryosauna should be about 30 liters per working day, and for a group cryosauna (3 people) − 100 liters, respectively.

References:

1. Bouzigon R, Grappe F, Ravier G, Dugue B J. Whole- and partial-body cryostimulation/cryotherapy: Current technologies and practical applications. *Journal of Thermal Biology*. 2016. Vol. 61. P. 67-81.

ASSESSMENT OF THE POSSIBILITY OF BOOSTING A TURBOSHAFT ENGINE FOR UAVs THROUGH WATER INJECTION INTO THE COMBUSTION CHAMBER

Degtyaryov O.D.

National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute», Kharkiv

The takeoff performance of helicopter-type UAVs at high altitudes is limited by the reduction in gas turbine engine (GTE) power due to:

1. The rarefied atmosphere.
2. The need for increased engine power due to the rise in required power for the rotor system of the helicopter-type UAV.

This significantly limits the payload capacity at high altitudes or necessitates a rolling takeoff (airplane-style) where the UAV gains speed before liftoff.

As the flight speed increases at a given altitude, the required power initially decreases and then increases. However, with increasing altitude, the required power for takeoff also grows. At an altitude of 5 km, the required power differs from the baseline (at H = 0 and M = 0) by nearly 30%. The power output of the GTE also decreases significantly with altitude.

If the engine can be temporarily boosted – just long enough for the helicopter-type UAV to gain speed and thereby reduce the required power for flight – this allows for the transportation of a greater payload.

It is proposed to achieve engine boosting by injecting water into the combustion chamber of the GTE. Such boosting methods are already being developed for land-based gas turbines, including in the STIG (Steam Injected Gas turbine) cycle. This results not only in an increase in engine power but also an improvement in efficiency.

To evaluate the potential of this type of engine boosting, a mathematical model developed at the National Aerospace University "Kharkiv Aviation Institute" (KhAI) is used.

The calculation results are presented in Table 1.

Table 1 – Dependence of the amount of water required to achieve the necessary engine power at different flight altitudes

Flight Altitude (km)	Engine Power Loss Factor	Required Relative Power at Full Load	Relative Water Mass Required to Provide Takeoff Power (kg/s·MW)
0	1	1	0
2	0.853	1.12	0.387
3	0.797	1.17	0.586
4	0.741	1.22	0.747

CURRENT ASPECTS OF BOILER EQUIPMENT IMPROVEMENT

Diaghileiv V.O., Kavertsev V.L.

National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

An analysis of current trends in boiler engineering shows that manufacturers are focusing on enhancing the efficiency of boiler equipment through the implementation of innovative design solutions. A key area of development is increasing the thermal efficiency (efficiency coefficient) of boilers by improving their structural configurations. Notably, there is a shift from fire-tube to water-tube boiler designs, which allows for a reduction in boiler water volume and improvement in heat exchange characteristics. The use of pre-chambers for preparing the air-fuel mixture is also becoming more widespread, contributing to more complete fuel combustion.

Modern boiler designs increasingly incorporate advanced materials such as aluminum, copper, and heat-resistant sandwich panels. These materials reduce the overall weight of the equipment and improve its thermal resistance. Modular heating systems based on sectional boilers are gaining popularity due to their adaptability to varying thermal loads. There is also growing interest in the use of alternative and renewable fuels, driven by both ecological and economic considerations.

Transitioning to low-temperature operating modes is seen as an effective method to increase fuel efficiency and reduce emissions. At the same time, the simplification of boiler construction and the integration of built-in components such as economizers contribute to lower production costs. The efficiency of a boiler, being a fundamental performance indicator, is largely determined by its structural features, which affect its ability to regulate thermal output across different load conditions [1].

Since boiler capacity is typically calculated for peak demand during extremely low ambient temperatures, for the majority of the heating season, boilers operate under medium or reduced loads. Under these conditions, low-temperature boiler designs prove to be the most energy-efficient. A significant drawback of many existing hot-water and steam boilers is the inefficient heat transfer in the combustion zone, resulting in high flue gas temperatures (up to 200–250 °C) and a reduced efficiency of around 85–87%.A promising direction in improving boiler performance is the intensification of heat transfer within the combustion chamber by optimizing its geometry and taking into account the distribution of temperature gradients, airflow dynamics, and the completeness of chemical reactions. The application of such methods can significantly enhance the efficiency of boiler systems under variable thermal loads.

References:

1. Kavertsev V., Dyaghilev V. Reviewing an Efficiency of the Use of Fuel and Power Resources for the Industry of Ukraine. *Bulletin of NTU "KhPI". Series: Power and heat engineering processes and equipment*. 2017. №10(1232). PP. 92–96, ISSN 2078-774X, doi: 10.20998/2078-774X.2017.10.13.

AN APPROACH FOR FORCING MICRO GTEs

Kislov O.V.
National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute», Kharkiv

There are different ways to increase the thrust or output power of gas turbine engines (GTEs). The most common approach is the use of the afterburner. In addition, several approaches involve injecting water into the flow path of GTEs. However, these methods have limited applicability for micro GTEs, which are typically used on unmanned aerial vehicles (UAVs), due to the excessive complexity and cost of the required components, such as:

- additional combustion chamber;
- adjustable nozzle (for turbofan and turbojet engines);
- additional water injection system.

It is also well known that increasing the turbine inlet temperature T_g^* leads to a rise in thrust for turbojet engines and in power for turboprop and turboshaft engines. Therefore, a short-term increase in T_g^* also can serve as a method of engine forcing.

However, the main challenge with this approach is ensuring that the turbine can operate under elevated temperature conditions without being damaged.

Micro GTEs used in UAVs typically utilize uncooled turbines, which means it is not possible to maintain the temperature limits of the turbine blades and disks by increasing the mass flow velocity of cooling air. Nevertheless, it is possible to use liquid cooling of the turbine components via a fuel, similar to the cooling methods that are used in liquid rocket engines.

Using fuel to extract heat from turbine blades and disks can be implemented either through cooling channels similar to air cooling systems or by creating a fuel curtain in front of the turbine blades.

The application of the fuel curtain is particularly suitable for micro GTEs used in UAVs, especially those equipped with uncooled turbine blades. In the fuel curtain zone, an over-enriched combustible mixture is formed, characterized by an excess air ratio outside the stable combustion range. This mixture does not combust, but instead absorbs heat from the working fluid to increase temperature and evaporate the liquid fuel. As a result, the temperature of the working fluid near the turbine blades is reduced, ensuring an acceptable thermal regime for the blades.

This method of forcing requires additional fuel consumption, as is the case with afterburners, but does not require an additional combustion chamber or an adjustable nozzle.

Furthermore, portion of the cooling fuel undergoes chemical oxidation with atmospheric oxygen in the turbine flow path and the exhaust system of the gas turbine engine releasing heat in the process. This heat release increases the temperature of the working fluid, thereby enhancing the expansion work within the thermodynamic cycle. As a result, both the thrust (or output power) and the overall efficiency of the GTE are improved.

INFLUENCE OF THERMO-PHYSICAL CHARACTERISTICS OF BUILDING ENVELOPE MATERIALS ON STRUCTURAL COOLING RATES

Koshel S.V., Tsakanyan O.S.

Anatolii Pidhornyi Institute of power machines and systems of the National academy of sciences of Ukraine (IPMach of NASU), Kharkiv

During cold seasons, buildings face the risk of emergency situations where the heating medium in the system may freeze, potentially causing pipe ruptures. This risk is particularly critical during wartime due to disrupted infrastructure. Since structures made of different building materials cool at varying rates, it is essential to analyze how the thermophysical properties of the building envelope influence these cooling processes.

A standard flat situated in the middle section of a multi-story residential building was selected as the study's object (Fig. 1). The geometric and thermophysical parameters of the model were defined as follows: Room dimensions: 4×4 m² (floor area), 2.6 m ceiling height; Loggia dimensions: 1×4 m²; Wall thickness: 0.1 m; Ceiling/floor thickness: 0.3 m; Windows: Double-glazed PVC units; External surface heat transfer coefficient: 23 W/(m²·K) (simulating high wind conditions); Outdoor air temperature: –10 °C; Load-bearing materials: wood, aerated concrete, reinforced concrete, and brick.

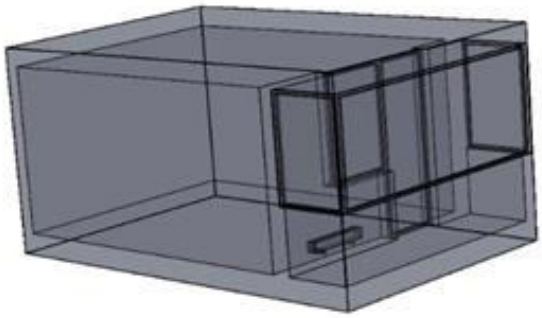


Figure 1. Sketch of the room model

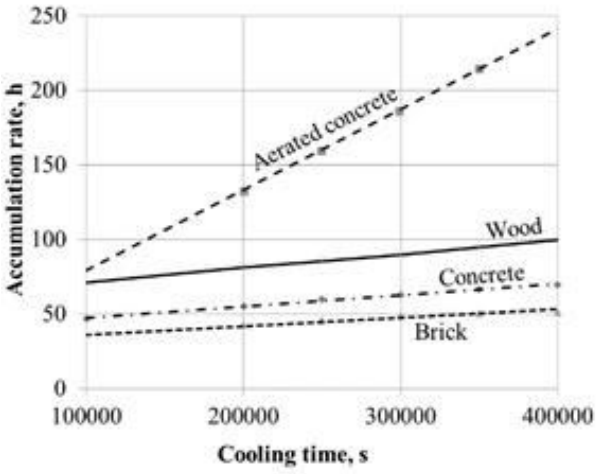


Figure 2. Dependence of accumulation rate on room cooling time

The study revealed that aerated concrete blocks exhibit strong thermal insulation properties. However, their high thermal mass leads to significant energy accumulation in the building envelope, requiring greater energy input for space heating. Despite this, aerated concrete structures demonstrate lower heat losses to the external environment compared to concrete and brick enclosures. Among the tested materials, brick construction showed the highest thermal losses.

The cooling rate of a room is most significantly influenced by the thermal conductivity coefficient of the building envelope material. A lower thermal conductivity corresponds to a higher heat accumulation capacity, resulting in a slower cooling process. As shown in Fig. 2, all dependencies exhibit a linear trend; however, the shallower slope for aerated concrete indicates its superior thermal retention, demonstrating the slowest cooling rate among the tested materials.

ANALYSIS OF THE STATE AND PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF SMALL-SCALE ENERGY IN UKRAINE, TAKING INTO ACCOUNT THE EXPERIENCE OF DECENTRALISATION OF ENERGY GENERATION IN THE EU

Lytvynenko O., Kurdupov D.

National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

According to NPC Ukrenergo, at the end of 2021, the total installed capacity of the integrated power system of Ukraine was 56, 169 GW, of which 49.7% were thermal power plants (TPPs, CHPs, block stations), 24.6% were nuclear power plants (NPPs), 11.2% were hydroelectric power plants and pumped storage power plants, and 14.3% were power plants using renewable energy sources (RES). According to the National Energy and Utilities Regulatory Commission (NEURC), the installed capacity of the alternative energy sector in Ukraine reached 9,655.9 MW as of December 2021, including residential solar power plants (RSPPs), or 8,450.8 MW excluding RSPPs. Ukraine ranks among the top ten European countries in terms of installed renewable energy generation capacity.

However, the war has had significant negative consequences for the Ukrainian energy sector, especially for the renewable energy sector. Most of the wind and solar power plants located in the south of the country have been heavily damaged or destroyed. Due to the hostilities and the destruction of infrastructure, the role of decentralized energy sources is growing. As the national power grid is overloaded with basic capacities and lacks maneuvering capacities, TPP units designed to operate in basic modes are used to balance the power system. This underscores the importance of developing small-scale generation, which is reflected in the Energy Strategy of Ukraine.

Taking into account the experience of EU countries such as Germany, Italy and the Netherlands, Ukraine needs to develop a legislative framework for the creation and operation of 'energy communities' that will give local communities the right to invest in local RES projects (small solar power plants, biogas plants, small hydropower plants) and distribute profits among community members or reinvest them in local infrastructure. Drawing on the experience of Denmark and Austria, it is important to introduce long-term conditions for the development of small-scale generation (Net Billing, Net Metering) and simplify grid connection procedures.

Ukraine has all the prerequisites for the effective implementation of European models of decentralized generation. Adapting the EU experience will strengthen the country's energy security, promote the development of local economies, strengthen social cohesion, and make the energy sector more sustainable and modern.

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF WATER-FUEL EMULSION DURING ITS COMBUSTION ON THE CORROSION OF LOW-TEMPERATURE HEATING SURFACES

Mardziavko V.A.
Mykolaiv National Agrarian University, Mykolaiv

Modern Ukrainian energy sector is increasingly focused on the use of alternative fuels in order to reduce the consumption of traditional resources and increase the energy efficiency of power plants. One of the promising areas is the use of water-oil emulsion (WME) [1], which is formed by mixing fuel oil with water and surfactants. This type of fuel allows not only to reduce the consumption of traditional fuel, but also to reduce emissions of harmful substances into the atmosphere. However, an important aspect is the study of the influence of WME on the processes of low-temperature corrosion (LTC) of the heating surfaces of boiler plants.

The problem of corrosion of low-temperature heating surfaces (LTHS) is extremely urgent, since it is these elements of equipment that are prone to intensive formation of deposits and acid condensate when burning sulfurous fuels. Corrosion significantly reduces the equipment's service life, reduces thermal efficiency, and leads to increased repair costs [2].

The analysis showed that when burning BME, important factors that affect the intensity of corrosion are the temperature of the wall of the heating surface, the sulfur content in the fuel, the excess air ratio and the water content in the emulsion. Increasing the water content in BME to 30% helps to reduce the flame temperature, improve the combustion process and reduce the formation of sulfuric acid compounds that participate in the processes of NTC. At the same time, the corrosion rate of the heating surfaces decreases from 0.5 mm/year when using traditional fuel oil to 0.2 mm/year when using BME with Wr = 30 %.

Studies have shown that the greatest risk of corrosion is observed at a temperature of the heating surface wall below 100-110°C - in the acid peak zone, where the formation of sulfuric acid condensate is possible. However, when using BME, this effect is significantly weakened due to a decrease in the mass flow of SO_3 in the combustion products. It is also important to introduce technologies for acoustic cleaning of heating surfaces when using BME, which allows for effective removal of solid particle deposits and improve heat transfer.

Conclusion: The use of water-oil emulsion with a water content of up to 30% is a promising direction for increasing the reliability and durability of power plants. This allows not only to reduce the intensity of corrosion of low-temperature heating surfaces, but also to ensure a reduction in the costs of operation and repair of equipment while simultaneously increasing its thermal efficiency.

References:

1. Heller Z.I. Fuel oil as fuel. 2005. 280 p.

2. Goryachkin V.Yu., Kornienko V.S. Intensity of corrosion processes in recycling boilers when burning water-based fuel emulsions. *Bulletin of the Ukrainian State Technical University. Marine Technology and Technology*. 2013. No. 2. P. 101–110.

PULSE ANALYSIS IN THE COMBUSTION CHAMBER OF A HEATING BOILER

Rudenko A.Yu.

Mykolaiv National Agrarian University, Mykolaiv

The problem of increasing the energy efficiency of thermal boilers is extremely relevant for modern energy, because the increase in the cost of energy resources and the strengthening of requirements for the environmental safety of the operation of power plants necessitate the improvement of fuel combustion processes. One of the promising areas of improvement of thermal equipment is the use of pulsations in the combustion chamber of a thermal boiler. This phenomenon arises as a result of the specific combustion regime of a water-oil emulsion (WME) [1], which in the process of thermal decomposition forms micro-explosions of droplets, contributing to more intensive heat and mass transfer, improving the completeness of combustion and reducing harmful emissions.

The combustion process of BME differs from traditional combustion of fuel oil or gas due to phase transformations of the liquid in the emulsion droplets. When heated, water globules in the middle of the BME droplet turn into steam, creating micro-explosions that break the fuel into small particles. This contributes to a more uniform mixing of the fuel with the oxidizer, improved mixture formation and more complete combustion of the fuel mixture. Pulsations in the combustion chamber caused by microexplosion processes significantly affect the gas-dynamic characteristics of the flow [2]: they contribute to the formation of zones with variable temperature and pressure, improve the circulation of combustion products, and activate heat transfer to the heating surfaces. Particularly effective is the use of combustion chambers with elements of the Helmholtz acoustic resonator, which allows controlling the pulsation frequency. Experimental and practical studies have established that optimal pulsation parameters contribute to an increase in the efficiency of the thermal boiler by 3-5%, and also provide a reduction in fuel consumption by up to 7-10% compared to traditional combustion modes. In addition, due to more complete combustion of fuel, the concentration of harmful impurities in the combustion products - nitrogen oxides (NO_x) and carbon monoxide (CO) - is reduced, which improves the environmental performance of energy equipment. An additional positive effect of using pulsations in the combustion chamber is a reduction in the amount of soot and acid deposits on the walls of the boiler's heat exchange surfaces, which contributes to increasing maintenance intervals and extending the life of the equipment.

Conclusion: The use of pulsations in the combustion chamber of a thermal boiler when burning a water-oil emulsion allows to significantly increase the efficiency of heat and mass transfer processes and the completeness of fuel combustion. Intensification of the combustion process contributes to increasing the boiler efficiency, reducing fuel consumption, reducing the formation of harmful substances in combustion products and improving the environmental performance of energy equipment.

References:

1. Heller Z. I. Fuel oil as fuel. 2005. 280 p.

2. Goryachkin V. Yu., Kornienko V. S. Intensity of corrosion processes in utilization boilers when burning water-fuel emulsions *Bulletin of the Ukrainian State Technical University*. 2013. No. 2. P. 101–110.

ENTROPIC-STATISTICAL ANALYSIS OF CO_2 REFRIGERATION MACHINES OPERATING IN TRANSCRITICAL AND SUBCRITICAL CYCLES

Shaforostov D. D.
A.M. Pidhornyi Institute of power machines and systems of the NAS of Ukraine, Kharkiv

In modern energy systems, increasing attention is paid to the use of carbon dioxide (CO_2) as a working fluid, particularly in systems operating under transcritical and subcritical cycles. The choice of a specific cycle is determined by the thermodynamic characteristics of the process and the efficiency of energy utilization.

Transcritical and subcritical CO_2 cycle machines exhibit significant differences that affect their efficiency and structural features. In the subcritical cycle, the processes of evaporation and condensation are clearly defined, whereas in the transcritical cycle, the condensation zone is replaced by a gas cooling process. This alters the heat transfer dynamics, system operating parameters, and energy losses.

One of the main distinctions between these modes lies in the characteristics of the heat exchange processes. In the subcritical cycle, the conventional zones of evaporation and condensation ensure efficient heat transfer, while in the transcritical cycle, gas cooling in the supercritical state of the working fluid modifies the nature of heat exchange.

This study considers the steady-state operation of a cyclic mechanical refrigeration machine.

An entropic-statistical analysis of CO_2-based machines operating in both cycles is conducted.

The analysis is based on the second law of thermodynamics, including the evaluation of entropic losses in the cycle associated with internal hydraulic resistance (ΔS_{int}) and thermal leakage into the environment (ΔS_{leak}):

$$\frac{1}{COP} = -1 + \frac{T_{cond}}{T_{evap}} - \frac{T_{cond}\Delta S_{int}}{Q_{evap}} + \frac{T_{cond}\Delta S_{leak}}{Q_{evap}},$$

where COP – the coefficient of performance of the refrigeration machine; T_{evap} and T_{cond} – the temperatures of the refrigerant in the evaporator and condenser, respectively; and Q_{evap} – the cooling capacity.

The obtained results allow the determination of optimal operating parameters for such machines in terms of thermodynamic efficiency.

In particular, it has been established that the transcritical cycle is more efficient at high ambient temperatures, whereas the subcritical cycle has an advantage at lower temperatures.

To improve efficiency, energy losses should be taken into account, hydraulic resistance minimized, and heat exchange equipment optimized.

LIGHT-ABSORBING COATINGS FOR HEATING SYSTEMS

Starikov V.V., Bilous D.Yu., Bannyk O.S.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Providing the surface with necessary optical characteristics allows solving a number of complex problems, for example, creating various heating systems under radiant heat exchange conditions. Ensuring the surface properties under such conditions is achieved by using light-absorbing coatings. The low-temperature thermal radiation obtained with the help of such coatings can be used in thermal collectors that convert solar radiation into thermal energy. The efficiency of solar collector can be significantly increased by using selective absorbing coatings on the heat-receiving surface, which have the property of effectively absorbing the visible part of solar spectrum and practically not emitting energy in the infrared spectrum region.

At present, various types of light-absorbing coatings of organic and inorganic nature are used. Some of them are formed by electrochemical treatment of the surface of metal alloys or by applying organic paints. This type of coating has a number of significant disadvantages: low efficiency of solar energy absorption, environmentally harmful production, low stability of coating properties. Coatings based on low-vacuum aluminum condensates are a promising alternative to existing coatings. They are formed by simultaneous application to the substrate of dispersed particles formed as a result of volume condensation and deposition of a molecular flow, which ensures fixation of large particles, creating an adhesively strong complex film system with a highly developed surface and porosity. The presence of a labyrinth of open submicropores provides aluminum condensates with a high absorption factor ($A_S > 95$ %) in the visible and infrared spectrum regions, which makes the optical properties of these coatings close to the properties of an absolutely black body. Low-vacuum aluminum condensates have selectivity when, with high absorption in the visible region of the spectrum, they demonstrate low emissivity in the region of thermal radiation. This makes them relevant for use in solar collectors.

Thin selective coatings in the initial state were characterized by a low reflectivity in the ultraviolet and visible regions of the spectrum and a sharp increase in the wavelength range from 2.5 to 5 μm. This behavior is due to the fact that the dimensions of the coating surface roughness are comparable with the wavelengths of the ultraviolet, visible and near infrared regions of the spectrum. Low-vacuum aluminum condensates are characterized by high porosity, have a developed surface and high structural defectiveness. Therefore, the contribution of radiation damage that occurs during their operation is insignificant against the background of high structural defectiveness. This ensures the effect of high stability of the optical and thermal radiation characteristics of selective coatings under the radiation effect of corpuscular particles. As a result of the tests, it was found that the efficiency of using a solar thermal collector in which a film with the proposed selective coating is used increases by an average of 20 %.

CREATION OF OIL COOLING SYSTEMS BASED ON PELTIER ELEMENTS

Starikov V.V., Sobolev O.V., Kondratiev K.O., Bannyk O.S.

National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

For long-term operation of loaded units and mechanisms, for example, sliding bearings, rolling shafts of metallurgical plants, turbines, etc., it is necessary to optimize the operating mode of lubricants, namely to stabilize their viscous characteristics by controlling the operating temperature. This problem becomes especially relevant in the summer season, given the tendency of constant growth of average temperature at this time of year. Heating of the lubricating fluid above the permissible limits leads to loss of operating characteristics, violation of the lubrication regime, damage to the bearing surface and the need to stop the production process, which entails significant financial losses. Solving the problem of creating local cooling units located in large workshops of enterprises is possible by using semiconductor cooling elements created on the basis of the Peltier effect. The advantages of the Peltier element over other cooling devices are small size, the absence of any moving parts, and the simplicity of the cooling module design. When changing the direction of current through Peltier element, both cooling and heating of oil is possible, which allows thermal stabilization at ambient temperatures both above and below the operating temperature of the oil. Another advantage of Peltier elements is the absence of noise. They have high reliability, simple design and allow automating local cooling of working bodies in large workshops with high energy efficiency.

The purpose of the work was to calculate the main structural elements of the oil cooling unit and select the most effective Peltier elements in terms of characteristics.

When developing the refrigeration unit, schemes for effective heat removal were proposed, including by creating cascade structures from Peltier elements, and original designs of oil heat exchanger with high throughput (up to 10 l/min) were also developed, both for laminar and turbulent oil flow.

The cooled unit was a remote oil flow indicator. The temperature of the lubricant was reduced using Peltier elements TEC1-12740 with a power of 338 W, capable of reducing the temperature on its surface to -15 °C.

When creating the refrigeration unit, a significant number of original developments were involved both in the design itself and in the heat exchange elements.

A set of experimental equipment was developed to control and ensure the necessary operating modes of lubrication systems and maintain the operational properties of the lubricant in the sliding bearings of rolling shafts of metallurgical plants. Control and ensuring the necessary operating modes and parameters of the lubrication system allows you to avoid an emergency exit and increase the resource of sliding bearings and lubricants. It is planned to manufacture a prototype of the cooler, conduct the necessary tests and, based on their results, make a decision on the possibility of replicating this device.

NUCLEAR FUEL FOR NUCLEAR REACTORS

Tyutyunik L.I.
National Technical University
«Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Nuclear power is not only nuclear power plants, but also a complex of enterprises that are needed to provide them with fuel. These are mines where uranium ore is mined, plants for its processing and the extraction of uranium oxide, enterprises where uranium isotopes are separated and fuel elements are created. After these elements with uranium are used at a nuclear power plant, they are transported to a plant where fission fragments and unburned fuel are separated from this used fuel. This cycle ends with the disposal or disposal of fission residues and other radioactive elements. The energy released as a result of the fission of heavy element nuclei in the reactor is removed from the reactor in the form of heat. Then the thermal energy is converted into another type of energy, which is necessary for an external consumer. The complex of equipment that ensures the operation of a nuclear reactor, the removal of thermal energy from the reactor and its conversion into another type of energy, constitutes a nuclear power plant (NPP). The medium that performs the work of converting thermal energy into mechanical energy is called the working fluid. For modern nuclear power plants, the working fluid is mainly water vapor. In the system of any nuclear power plant, the coolant passes through the nuclear reactor, removes heat from the reactor and transfers it to the working fluid. Currently, atomic energy is used mainly for the production of electricity. Uranium (U) or its compounds are used as natural nuclear fuel for nuclear reactors. Natural uranium contains three isotopes: ^{238}U, ^{235}U and ^{234}U. When irradiated with neutrons of any energy, only ^{235}U is divided. The probability of nuclear reactions significantly depends on the neutron energies (n). As the neutron energy decreases, the neutron wavelength increases, which leads to an increase in the interaction time of the neutron with the target nucleus and, accordingly, an increase in the momentum of the force of attraction between them. The main requirements for nuclear fuel are as follows: compatibility with reactor materials (primarily with the cladding material and coolant in the event of cladding depressurization); the ability to achieve a large burnup depth without significant changes in physical properties. As coolants in nuclear reactors, water (ordinary and heavy D_2O), gases, molten metals and, to a very limited extent, organic coolants are used. The main requirements for coolants are: ensuring sufficiently effective heat removal with moderate power consumption for circulation; compatibility of the coolant with the structural materials of the active zone and nuclear fuel; weak neutron absorption, and in fast neutron reactors - low moderating capacity; thermal and radiation stability, low activation (reduced radioactivity) of the coolant; availability and moderate cost.

It should be noted that all substances currently used as coolants only to a certain extent satisfy the above requirements. To satisfy the listed requirements, the choice of a particular coolant is made taking into account the properties of the structural materials of the core and the type of nuclear reactor.

CLASSIFICATION OF NUCLEAR REACTORS

Tyutyunik L.I.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

Depending on the characteristic features, nuclear reactors are classified by purpose, neutron energy spectrum, moderator type, coolant and design.

1. By purpose, reactors are divided into power, research, transport, industrial and multi-purpose. In addition to the specified division, in some special literature there is also a division by narrow purpose, for example, ship, experimental, military, space, etc. The requirements for power reactors are determined primarily by the efficiency of the thermodynamic cycle, in connection with which it is desirable to increase the parameters of this cycle.

2. By the energy spectrum of neutrons, which determine the main part of the fission of fuel nuclei, reactors are distinguished on thermal, fast and intermediate neutrons. Thermal neutron reactors are the most widely used power reactors today. They require the lowest specific load of nuclear fuel per one fissile isotope.

3. By type of neutron moderator, thermal neutron reactors are divided into light water, heavy water and graphite. The most compact are reactors with a neutron moderator in the form of ordinary water. When using a neutron moderator in the form of ordinary water, only enriched uranium is needed, because ordinary water not only slows down neutrons well, but also absorbs them.

4. According to the type of coolant and its state of aggregation, reactors are divided into water-cooled, gas-cooled, liquid metal and organic. Due to radiation and thermal instability, organic coolants are used very limitedly. Ordinary water has become the most widespread coolant.

5. According to the structure of the core, reactors are distinguished into heterogeneous and homogeneous. In heterogeneous reactors, nuclear fuel, neutron moderator and coolant are spatially separated. Unlike heterogeneous reactors, homogeneous reactors use a homogeneous mixture of nuclear fuel and moderator in the form of a suspension or liquid solution, which simultaneously plays the role of a coolant. Almost all power reactors operating today are heterogeneous.

6. According to the design, reactors are divided into vessel and channel. In vessel reactors, the coolant pressure is carried by the entire reactor vessel. In channel reactors, contact between the coolant and the neutron moderator is impossible due to their incompatibility.

7. Water-cooled reactors are divided into boiling and pressurized water reactors. This primarily applies to reactors cooled by ordinary water, both vessel and channel. Most vessel reactors are pressurized water reactors, while channel reactors are mostly boiling water reactors.

8. According to the degree of reproduction of new nuclear fuel, reactors are divided into converters, where new nuclear fuel is reproduced in quantities smaller than that burned, and breeders, where new nuclear fuel is reproduced in quantities larger than that burned.

THERMAL SCHEMES OF NUCLEAR POWER PLANTS

Tyutyunik L.I.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

Nuclear power is based on the conversion of intranuclear energy into other types: thermal, mechanical and electrical, and then using it for industrial and domestic needs. A nuclear power plant uses the heat generated in nuclear reactors as a result of a chain reaction of fission of the nuclei of some heavy elements, and then converts it into electrical energy. Nuclear power is not only nuclear power plants, but also a complex of enterprises that are needed to provide them with fuel. These are mines where uranium ore is mined, plants for its processing and the extraction of uranium oxide, enterprises where uranium isotopes are separated and fuel elements are created. After these elements with uranium are used at a nuclear power plant, they are transported to a plant where fission fragments and unburned fuel are separated from this used fuel. This cycle ends with the disposal or utilization of fission residues and other radioactive elements. Nuclear energy is the most concentrated form of energy used by humans. When the nuclei of heavy atoms are split into two, energy is released: instantaneous or explosive - in atomic bombs, and slow, controlled - in nuclear reactors. There is only one element in nature that fissiles itself - uranium. Uranium ore consists of three isotopes: uranium-234, uranium-235 and uranium-238; and only uranium-235 is suitable as fuel for nuclear power plants. The ore contains no more than 0.7% uranium-235. The amount of the isotope increases during enrichment to approximately 90% uranium-235. To prevent uranium fuel and harmful and highly radioactive fission products from entering the environment and affecting humans and all other living things, it is placed in thin, pencil-like shells. These are steel columns with a wall thickness of 20-30 mm, made of stainless steel. They are also called heat-releasing elements, which are usually installed vertically so that the flow of water or gas flowing between them absorbs the heat released during the separation. Passing between the hot fuel elements, the coolant heats up, is discharged outside and is used to produce steam, which is necessary to drive the CHP turbogenerator. At nuclear power plants, the heat obtained in the reactor is converted into electricity using steam turbines and electric generators. Steam turbines use water vapor as the working fluid. The principle of obtaining thermal energy in reactors of different types is the same, but the use of heat in relation to its purpose is different. According to the number of circulation circuits for transferring the removed heat through the working fluid, single-, double- and three-circuit thermal schemes are distinguished. Single-circuit nuclear power plants, where the coolant, which continues the heat in the reactor core, enters the turbine as a working fluid. Double-circuit nuclear power plants, where the circuit consists of two circuits, and the coolant circuit is called the first, and the working fluid circuit is the second. In three-circuit nuclear power plants, sodium coolant is used, which is needed to prevent contact in the steam generator of radioactive sodium in the first circuit with water and their release in the nuclear power plant premises.

THE STUDY OF COMPUTER PROGRAMS FOR CALCULATING THERMAL-HYDRAULIC PROCESSES IN NPP STEAM GENERATORS FOR IT'S AUTOMATED TECHNOLOGICAL PROCESS CONTROL SYSTEMS

Yefimov O.V., Kavertsev V.L., Sydorkin I.D., Harkusha T.A.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Thermal and hydraulic calculations of steam generators are the first main calculations at the stage of their design, which provide initial information for further calculations of strength and technical-economic indicators. According to the degree of detail of the information obtained, thermal and hydraulic calculations of steam generators should be divided into preliminary, one-dimensional, two-dimensional, and three-dimensional. In order to create a unified program that includes various modifications of thermal and hydraulic calculations, a complex of software modules is usually developed, from which, using a control program, the exact set of programs needed to solve a given specific task can be assembled. A positive aspect of the modular organization of programs is the possibility of their rapid correction when the purpose and detail of the calculations change by modifying the initial data in the modules or replacing them. Let us consider the methods of mathematical modeling of thermal and hydraulic processes in NPP steam generators and modular programs for their calculations in a one-dimensional formulation using the example of steam generators with countercurrent or cocurrent mutual movement of the heat carrier and the working fluid (or with equivalent multi-pass movement), thermal and hydraulic calculations are largely reduced to the calculation of a single steam-generating channel. In modern mathematical models, in the case of a one-dimensional calculation formulation of the problem, heat exchange and hydraulic processes in the steam-generating channel are described, mainly, by a set of the following dependencies: heat balance equation in the steam-generating channel, heat transfer equation; equations for determining pressure and hydraulic resistances in the steam-generating channel along the paths of the heat carrier and the working fluid; the dependencies of the relationship between the temperatures of feedwater and steam with their enthalpies and pressures; dependencies that determine the values of the thermophysical properties of the heat carrier, working substance, and structural materials as functions of their temperature, dependencies for calculating heat transfer coefficients on both sides of the heat carrier and working substance as functions of their determining parameters in the steam-generating channel. These dependencies determine the solution of the one-dimensional problem of thermal and hydraulic calculations of horizontal and vertical NPP steam generators.

The design of NPP steam generators is a complex process that requires a systematic approach and the use of modern computational technologies. Carrying out variant calculations allows obtaining optimal characteristics of steam generators, ensuring their efficiency and reliability.

ОСОБЛИВОСТІ ТЕПЛОПЕПЕНОСУ У НЕПРОХІДНИХ КАНАЛАХ ТЕПЛОВИХ МЕРЕЖ

Алексахін О.О.[1], Круглякова О.В.[2], Бобловський О.В.[3]

[1]*Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна , м. Харків*
[2]*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків*
[3]*Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, м. Харків*

Підземна прокладка теплових мереж у непрохідних каналах є традиційною і найбільш поширеною практикою для мікрорайонних систем теплозабезпечення міста Харкова. У випадку двотрубної прокладки процес теплопередачі до навколишнього середовища описується через послідовне проходження теплоти через ряд елементів із відповідними тепловими опорами: тепловіддачу від теплоносія до внутрішньої поверхні трубопроводу ($R_{\text{вн}}$); теплопровідність матеріалу стінки труби ($R_{\text{ст}}$), тепловий опір шару теплоізоляції ($R_l^{\text{із}}$) зовнішнього покривного шару ($R_l^{\text{п}}$); тепловіддачу від поверхні ізоляції до повітря в каналі ($R_l^{\text{з}}$); тепловіддачу від повітря до стінок каналу ($R_l^{\text{кан}}$); теплоперенос у навколишньому ґрунті ($R_{\text{гр}}$) і додаткового термічного опору ($R_l^{\text{дод}}$), а також додатковий опір, який виникає внаслідок взаємного теплового впливу трубопроводів. Загальне рівняння для розрахунку повного опору теплопередачі має вигляд:

$$R_l = R_{\text{вн}} + R_{\text{ст}} + R_l^{\text{із}} + R_l^{\text{п}} + R_l^{\text{з}} + R_l^{\text{кан}} + R_{\text{гр}} + R_l^{\text{дод}} .$$

При визначенні опору тепловіддачі від поверхні ізоляційної конструкції до повітря в каналі ($R_l^{\text{з}}$), а також від повітря до стінок каналу ($R_l^{\text{кан}}$) значення коефіцієнтів тепловіддачі рекомендовано приймати рівними 8,12 Вт/(м^2 ℃) [1, 2]. При цьому, як правило, не уточнюють співвідношення конвективних і радіаційних теплових потоків.

У роботі наведено результати оцінок складових теплопереносу у непрохідному каналі для умов нормативних теплових втрат теплопроводами. Обчислено теплові потоки від подаючого і зворотного трубопроводів до стінок каналу, а також визначено усереднений коефіцієнт радіаційного теплообміну у внутрішньому об'ємі каналу. Встановлено, що домінуючим механізмом теплопереносу є природна конвекція, частка якої у загальному ефективному коефіцієнті теплопередачі складає 70–80 %. Отримані результати мають практичне значення для уточнення методик розрахунку теплових втрат при проектуванні нових теплових мереж і модернізації існуючих систем.

Література:

1. Норми та вказівки по нормуванню витрат палива та теплової енергії на опалення житлових та громадських споруд, а також на господарські потреби в Україні : керівний технічний матеріал 204 України, 244-94, 195. – 636 с.

2. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі: ДБН В.2.5-39:2008: чинний від 01.07.2009. К.: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2009. – 56 с.

ВИБІР ДОВЖИНИ ДОСЛІДНОЇ ДІЛЯНКИ РОЗПОДІЛЬНОЇ ТЕПЛОВОЇ МЕРЕЖІ ПРИ ОЦІНКАХ ТЕПЛОВИХ ВТРАТ

Алексахін О.О.[1], Круглякова О.В.[2], Бобловський О.В.[3]

[1]*Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна , м. Харків*
[2]*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків*
[3]*Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, м. Харків*

При проведенні теплових випробувань у мікрорайонних мережах теплопостачання можна скористатися лічильниками теплової енергії, якими останнім часом обладнують індивідуальні теплові пункти будівель. Конструкції таких приладів, як правило, передбачають можливість фіксації температури теплоносія у подавальному й зворотному трубопроводах водяної системи опалення на вході до будівель. За результатами вимірювання вказаних температур для ряду будівель, що приєднані до одного фрагменту мікрорайонної мережі, можна обчислити втрати теплоти трубопроводами обраного фрагменту теплопроводу.

Суттєвий вплив на точність експериментального визначення втрат теплоти трубопроводами теплової мережі має закон зміни витрат теплоносія по довжині досліджуваної ділянки і вибір довжини обраного для вимірювань фрагмента теплопроводу. В роботі запропоновані формули для визначення втрат теплоти на ділянці подавального теплопроводу розгалуженої мережі для відповідних законів зміни витрат теплоносія по довжині трубопроводу.

Середні витрати теплоносія, визначено інтегруванням рівнянь для відповідних законів зміни витрат. Максимальні витрати мережної води на ділянці опалювальної мережі обчислено за величиною максимального опалювального навантаження групи будівель. Мінімальні витрати води на ділянці обчислено за величиною теплового навантаження найвіддаленішого на гілці споживача. Як температуру оточуючого середовища прийнято температуру ґрунту на глибині закладення теплопроводу. Мінімальну довжину дослідної ділянки визначали за співвідношенням охолодження мережної води до нормативних втрат.

При розрахунках прийнято: абсолютна похибка вимірювання температури – 0,1 °С, орієнтовне охолодження води на ділянці – 1,5 °С, відносна похибка визначення довжини та витрат теплоносія – 0,01 і 0,04 відповідно.

Оцінки показали, що мінімально необхідна довжина дослідної ділянки при температурах мережної води 130, 90 і 70 °С коливається у межах 240–860 м залежно від закону зміни витрат. Так, при температурі води 130 °С довжина становить 240–450 м, тоді як при 70 °С – 570–860 м.

Отже, найкращий час для проведення випробувань – періоди опалювального сезону із зовнішньою температурою, близькою до розрахункової для системи опалення. У цьому випадку довжина необхідної ділянки майже вдвічі менша порівняно з періодами близькими до температури зламу графіка.

ІНТЕГРАЦІЯ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ ІЗ СОНЯЧНИМИ КОЛЕКТОРАМИ АБО ФОТОЕЛЕКТРИЧНИМИ СИСТЕМАМИ

Банник О. С.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В контексті зростаючих вимог до енергоефективності та сталого розвитку, поєднання теплових насосів (ТН) із відновлюваними джерелами енергії, такими як сонячні колектори або фотоелектричні панелі (PV), стає важливою складовою майбутніх енергетичних систем.

Одна з можливих інтеграцій це тепловий насос та сонячні колектори (гідравлічна інтеграція). Сонячні колектори використовуються для попереднього підігріву теплоносія, що надходить у випарник теплового насоса. Це знижує енергоспоживання компресора та підвищує COP (коефіцієнт перетворення тепла). Особливо ефективно для гарячого водопостачання та підігріву в міжсезоння.

Наступна інтеграція це тепловий насос та PV-система (електрична інтеграція). Електроенергія, отримана з сонячних панелей, живить компресор теплового насоса. Це дає часткове або повне покриття потреб у живленні, а у разі надлишку енергії – накопичення в акумуляторах або подача в мережу.

Основні результати досліджень (згідно з літературними джерелами та моделями):

- COP теплових насосів у поєднанні з термічними колекторами може зростати на 15–30% [1].
- Електрична інтеграція з PV-системами дозволяє знизити споживання енергії з мережі на 50–80% у літній період.
- Сезонна ефективність системи (SCOP) значно залежить від погодних умов та рівня інтеграції з розумною автоматикою.

Практичні переваги інтеграції: зниження операційних витрат, підвищення незалежності від енергомереж та відповідність стандартам «NZEB» (будівель з нульовим споживанням енергії).

У процесі дослідження можливі наступні виклики:

- Початкові інвестиційні витрати досить високі.
- Потрібна якісна система керування для оптимізації потоків енергії.
- Необхідність акумулювання енергії або інтеграції з мережею (для PV).
- Залежність від погодних умов (особливо для сонячних колекторів).

Інтеграція ТН з сонячними технологіями – це ефективний напрям модернізації систем теплопостачання. Для максимального ефекту доцільно застосовувати: адаптивні системи керування, акумулюючі баки та батареї, сезонну оптимізацію режимів роботи.

Подальші дослідження мають бути зосереджені на експериментальній перевірці ефективності, моделюванні у різних кліматичних зонах та економічному обґрунтуванні.

Література:

1. IEA Heat Pump Centre (International Energy Agency)

ОСОБЛИВОСТІ МОДЕЛЮВАННЯ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ В БАГАТОСТУПЕНЕВІЙ ТУРБІНІ У СИСТЕМІ ГАЗОТУРБІННОГО ДВИГУНА

Бойко Л. Г., Піжанкова Н. В.
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», м. Харків

Методи розрахунку робочих процесів та характеристик газотурбінних двигунів у даний час набувають все більшого значення впродовж усього їх життєвого циклу, починаючи з різних стадій процесу проектування, доводки та експлуатації. Існує досить широкий перелік задач, які потребують використання методів розрахунку і, відповідно, математичних моделей більш високого рівня. Це задачі визначення впливу зміни геометричних параметрів лопаткових вінців і проточної частини лопаткових машин на параметри двигуна на розрахунковому режимі та його експлуатаційні характеристики, газодинамічну стійкість, оптимізації програми регулювання поворотних направляючих апаратів компресора залежно від частоти обертання, визначення та мінімізації витрати повітря, що охолоджує турбіну, його параметрів, місця відбору у компресорі, вплив на його ККД та параметри двигуна в цілому. Дана робота присвячена повінцевому моделюванню турбіни в його системі.

У доповіді наведені основні положення методу повінцевого розрахунку параметрів багатоступеневої осьової охолоджуваної газової турбіни при її роботі в системі двигуна. Вихідними даними для розрахунку турбіни є геометричні параметри проточної частини і лопаткових вінців та режим роботи Розроблено відповідний програмний модуль призначений для підключення до програмного комплексу розрахунку параметрів і характеристик турбовального ГТД. Доведено його працездатність, показані переваги повінцевого розрахунку. проведено дослідження впливу частоти обертання на параметри турбіни і її характеристики. Показано, що детальний повінцевий розрахунок дає змогу отримати розшарування характеристик ступеня по всім газодинамічним параметрам та виявити вплив запирання міжлопаткових каналів окремого вінця на течію у сусідньому вінці. Особливо режим роботи за частотою обертання впливає на значення швидкостей течії, ККД ступеня, кути виходу потоку у відносному і абсолютному русі. Останнє є важливим тому, що ці кути визначають кути входу потоку у наступний лопатковий вінець, а діапазон їх зміни є досить суттєвим. Такі дані може надати тільки детальний повінцевий розрахунок. Дослідження на прикладі наступного ступеня довели, що зміна кута натікання на лопатку соплового апарату в діапазоні $\pm 30^{o}$ призводить до суттєвого відхилення значень ККД.

АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПАРОВИХ КОТЛІВ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ УКРАЇНИ, ЯКІ ПРАЦЮЮТЬ НА ПИЛОВУГІЛЬНОМУ ПАЛИВІ З ВИКОРИСТАННЯМ ВУГІЛЛЯ МАРКИ «Г» ТА «ДГ», НА ПРИКЛАДІ СУМСЬКОЇ ТЕЦ

Васюнін Д.Г.
ТОВ «Сумитеплоенерго» м. Суми

Після початку повномасштабного вторгнення з боку країни агресора у лютому 2022 року використання паровими котлами Сумської ТЕЦ проектного вугілля марок «АШ» і «Т», родовища яких належать до Донецького кам'яно вугільного басейну, стало неможливим.

З метою подальшого надійного забезпечення споживачів міста електричною та тепловою енергією було проведено капітальні ремонти парових котлів типу ЦКТИ - 87/39 Ф2М Сумської ТЕЦ для можливості спалювання вугілля газової групи марки «Г» та «ДГ».

Завдяки виконанню заходу на протязі останніх трьох опалювальних сезонів станція працювала стабільно та надійно в умовах постійних ворожих ракетних обстрілів.

В той же час досвід експлуатації показав необхідність проведення додаткових режимних та технологічних заходів для забезпечення безаварійної експлуатації котлоагрегатів, враховуючи застосовану повітряну схему підготовки та транспортування палива, яка у порівнянні з газовою має більш жорсткі вимоги до безпеки та значні коливання характеристик вугілля, яке поставляється.

Для дотримання вимог необхідних швидкостей пило повітряної суміші була проведена додаткова зміна конструкції основних та скидних пальників, зміна діаметрів пило проводів та заміна робочого колеса млинового вентилятора.

Для забезпечення необхідної тонини помелу пилу проведена реконструкція завихрювальних лопаток сепаратору пилу.

З метою унеможливлення присосів повітря в пиловий тракт та забезпечення пожежної безпеки були вжиті додаткові заходи з герметизації пилового бункера та оснащення його системою подачі інертних газів.

З метою збільшення парової продуктивності парового котла виникла необхідність збільшення потужності димососа, що забезпечить несення проектного навантаження в усьому діапазоні характеристик вугілля, яке постачається.

Виконано зміну схеми прокладання пилопроводів та газопроводів для унеможливлення утворення відкладень попелових відходів.

ОЦІНКА ВПЛИВУ АБРАЗИВНОГО ЗНОШУВАННЯ КОМПРЕСОРА НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ТУРБОВАЛЬНОГО ГАЗОТУРБІННОГО ДВИГУНА

Даценко В.А.

Національний аерокосмічний університет «Харківський авіаційний інститут» м. Харків

У роботі представлено результати дослідження впливу абразивного зношування проточної частини компресора на термогазодинамічні характеристики турбовального газотурбінного двигуна (ГТД). Вперше запропоновано метод оцінки експлуатаційних характеристик двигуна з урахуванням ерозійного зносу, який базується на повузловій нелінійній математичній моделі з двовимірним описом багатоступеневого осьового компресора.

Запропоновано методику визначення геометричних параметрів осьового компресора, що зазнав абразивного зносу, яка враховує зміну хорди профілів, геометричних кутів профілів лопаток і кутів установки у різних перетинах за висотою лопатки, яка забезпечує адекватне представлення ерозійних дефектів у математичній моделі. Вдосконалено підхід до розрахунку термогазодинамічних параметрів у компресорі у двовимірній постановці, що дозволило врахувати ефекти збільшеної шорсткості поверхонь та радіального зазору.

Проведено аналіз термогазодинамічних параметрів та характеристики зношеного компресора. В зв'язку зі зміною геометричних параметрів лопаткових вінців змінюється і характер їх обтікання. Зокрема зростають кути натікання потоку на лопаткові вінці по всій висоті лопатки. Це, в свою чергу, може призводити до відриву потоку з поверхонь лопаток. Встановлено, що в результаті абразивного зносу проточної частини та лопаткових вінців підвищується повна температура за кожним ступенем по всій висоті проточної частини. Також знижується повний тиск, особливо це проявляється на периферії проточної частини. Аналіз характеристики компресора показав, що в результаті абразивного зносу знижується степінь підвищення тиску та зменшуються витрата повітря і ККД. Також суттєво зміщується межа стійкої роботи в сторону лінії робочих режимів.

Для аналізу впливу тривалої експлуатації турбовального газотурбінного двигуна в умовах запиленої атмосфери на його термогазодинамічні параметри виконано розрахунок дросельної характеристики ГТД. В результаті виявлено, що окрім зміщення межі стійкої роботи зміщується і лінія робочих режимів на характеристиці компресора. Це в сукупності призводить до зменшення запасів газодинамічної стійкості. При зіставленні параметрів зношеного двигуна та двигуна з вихідним компресором встановлено, що в результаті експлуатації знижується питома потужність двигуна та зростає питома витрата палива. Так, питома потужність вихідного двигуна на «розрахунковому» режимі знизилася на 14%, питома витрата палива зросла на 6,4% у відносних величинах, а запас газодинамічної стійкості зменшився на 11,1% в абсолютній величині. Величина зносу при розрахунках прийнята відповідно до опублікованих даних гранично зношеного компресора.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОФІЗИЧНИХ ПРОЦЕСІВ, ЩО СУПРОВОДЖУЮТЬ ВИГОТОВЛЕННЯ ЗАПОБІЖНИКІВ З ТВЕРДИМ НАПОВНЮВАЧЕМ

Єгорова О.Ю.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Розвиток електромобілів вимагає використання компактних, легких і довговічних запобіжників, здатних працювати при високій напрузі (до 450 В DC) і великих струмах [1]. Одним з ключових компонентів сучасних запобіжників є матриця з піску та рідкого скла (силікату натрію), яка забезпечує термічну стабільність і гасіння електричної дуги. Однак така матриця є крихкою і схильною до пошкоджень під час транспортування, монтажу та роботи, що може призвести до збоїв у функціонуванні або навіть до небезпечних ситуацій. Тому виникає потреба в зміцненні силікатно-піщаної структури без втрати її здатності ефективно поглинати тепло й гасити дугу. Скоригована технологія виготовлення таких апаратів, а саме більш детальне вивчення процесів сушіння внутрішніми джерелами теплоти сприятиме вирішенню цих проблем, оскільки має критичне значення для надійної роботи систем електроживлення електромобілів і безпеки електронних компонентів у високовольтних середовищах. Моделювання тепломасообмінних процесів у конструкції запобіжника з піщано-силікатною матрицею є ефективним інструментом для передбачення динаміки нагріву, випаровування вологи та фазових переходів усередині пористої структури [2]. У задачі розглядається нестаціонарний тепловий процес у циліндричній області, що описується рівнянням теплопровідності з урахуванням внутрішнього джерела тепла (джоулевого нагріву), залежного від просторових координат. Масоперенос пари та вологи в пористій структурі описується рівнянням дифузії, а рух рідини під дією тиску – законом Дарсі. Особливої уваги потребує моделювання фазового переходу – процесу кипіння рідкого скла, який супроводжується виділенням пари та переміщенням залишкової рідини до дренажного отвору. Окрім розрахунку температур, модель дозволяє виявити локальні зони перегріву, передбачити утворення напружень у матриці, змоделювати фронт фазового переходу, а також оцінити ефективність сушіння в різних режимах роботи (зовнішній нагрів, внутрішній струм тощо). Це дає змогу підібрати оптимальні технологічні параметри: величину струму, тривалість, необхідну температуру для повного випаровування вологи без пошкодження конструкції.

Література:

1. Mersen Electrical Power. EV/HEV Fuses: Advanced Protection for Electric Mobility [Електронний ресурс]. Mersen, 2019. Режим доступу: https://ep-us.mersen.com
2. Incropera, F. P., DeWitt, D. P., Bergman, T. L., Lavine, A. S. Fundamentals of Heat and Mass Transfer. 6th ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2007. 997 p.

ВПЛИВ ЯКОСТІ ПАРУ НА РОБОТУ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Єфімов О.В., Подобін А.В., Каверцев В.Л.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» м. Харків

У теплоенергетичних системах пара є основним теплоносієм і робочим тілом, що забезпечує функціонування парових турбін, котлоагрегатів, теплообмінників, підігрівачів та іншого устаткування. Якість пари визначає ефективність теплопередачі, технічний стан обладнання, його ресурс та економічні показники експлуатації.

Ключовими параметрами, що характеризують якість пари, є ступінь сухості, температура, тиск, вміст механічних домішок, концентрації хімічних речовин (солей, газів, лугів тощо). Низька якість пари, зокрема наявність вологи або агресивних речовин, призводить до ерозійного зносу деталей турбін, відкладення накипу в трубопроводах, корозії внутрішніх поверхонь теплообмінників, гідравлічних ударів та інших аварійних ситуацій.

Особливо небезпечною є волога пара в зоні впуску у високонапірні ступені турбін, де значні швидкості руху пари підсилюють ерозійні процеси. Порушення хімічного складу пари може стати причиною інтенсивної корозії труб, елементів арматури, ущільнень, що суттєво скорочує строк експлуатації обладнання.

Для підтримання необхідної якості пари застосовуються такі технічні та організаційні заходи, як: удосконалення водно-хімічного режиму (ВХР), очищення живильної води, використання деаераторів, автоматизований контроль параметрів пари, регулярний аналіз проб. У сучасних умовах також актуальним є впровадження цифрових систем моніторингу та діагностики функціонального стану устаткування.

Таким чином, забезпечення стабільної високої якості пари є важливою умовою енергоефективності, надійності та безпеки роботи теплоенергетичного обладнання. Проблема вимагає комплексного підходу до контролю, аналізу і вдосконалення експлуатаційних процесів на підприємствах енергетичного сектору

Література:

1. MSG-3: Operator/Manufacturer Scheduled Maintenance Development (Vol. 1 – Fixed Wing Aircraft and Vol. 2 – Rotorcraft). Revision 2018.1

2. Steam Generators for Nuclear Power Plants(Woodhead Publishing Series in Energy) 1st Edition, Kindle Edition/Jovica Riznich (Editor). /Sawston: Cambridge. 2017. – 275 p.

3. Yefimov O., Pylypenko M., Potanina T., at al. Materials and decision support systems in the nuclear power industry. / O. Yefimov,M. Pylypenko, T. Potanina, V. Kavertsev, T. Yesypenko, T. Harkusha, T.Berkutova./ Riga, Latvia, European Union: «LAMBERT Academic Publishing». 2020. 135 p.

АНАЛІЗ ПРИЧИН ТА МЕТОДИ ОЦІНКИ КОРОЗІЙНО-ЕРОЗІЙНОГО ЗНОСУ ДОПОМІЖНИХ ТРУБОПРОВОДІВ АЕС З ВИКОРИСТАННЯМ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Єфімов О.В., Каверцев В.Л., Жидецький О.І.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Корозійно-ерозійний знос (КЕЗ) залишається однією з ключових причин старіння трубопровідних систем атомних електростанцій (АЕС). У світовій практиці, розроблено й впроваджено ефективні методики діагностики та прогнозування КЕЗ, що можуть бути адаптовані до умов українських АЕС. Машинне навчання (ML) та штучний інтелект (ШІ) є перспективними напрямами в області оцінки технічного стану трубопроводів, особливо в критичних та високотехнологічних секторах, таких як атомна енергетика. Ці методи мають великий потенціал для покращення діагностики, попередження аварійних ситуацій та продовження терміну служби трубопроводних систем. У цій доповіді розглядається застосування ШІ та ML для аналізу даних з сенсорів, виявлення прихованих дефектів та прогнозування залишкового ресурсу трубопроводів.

Аналіз оцінки та попередження КЕЗ допоміжних трубопроводів АЕС за Методикою оцінки трубопроводів ґрунтується на дослідженнях, проведених на базі Південноукраїнської атомної електростанції (філія ДП «НАЕК «Енергоатом»), та залученням ШІ для обробки даних.

Допоміжні трубопроводи, зокрема системи аварійної подачі живильної води, паропроводи до стопорних клапанів, дренажні та обвідні лінії, як правило, не підпадають під постійний контроль у повному обсязі. Аналіз звітів Південноукраїнської атомної електростанції починаючи з 1992 р показав, що максимальний знос спостерігається у колінах, трійниках, переходах та дроселях.

Комплексний підхід із залученням ШІ та об'єднаних моделей забезпечує повну діагностику стану трубопроводів. Вигода – підвищення надійності, зменшення позапланових ремонтів, подовження ресурсу. ШІ та машинне навчання в майбутньому можуть повністю змінити підхід до контролю стану трубопроводів, перетворивши його з реактивного в проактивний. Ці технології мають величезний для підвищення безпеки та економічності експлуатації.

ПОРІВНЮВАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ ERP-ТЕХНОЛОГІЙ В УКРАЇНІ І СВІТІ В ПРОЦЕСІ ОРГАНИЗАЦІЇ ТА ПРОВЕДЕННЯ РЕМОНТНИХ РОБІТ НА ТЕС ТА АЕС

Єфімов О.В., Каверцев В.Л., Марков А.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Безперебійна та надійна робота енергоблоків ТЕС та АЕС великою мірою залежить від своєчасного виконання ремонтних робіт. Закордонний досвід застосування ERP-систем (SAP, Oracle, Microsoft Dynamics) довів ефективність щодо планування та контролю проведення ремонтних робіт.

Мета дослідження полягає у визначенні оптимальних шляхів щодо підвищення ефективності проведення планово попереджувальних та аварійних ремонтів енергоблоків ТЕС та АЕС з урахуванням практичного міжнародного досвіду впровадження ERP систем на об'єктах світової енергетики.

За результатами дослідження було виявлено, що на Західних ТЕС і АЕС, наприклад EDF (Франція) та Duke Energy (США), використання ERP систем скорочує час простоїв та витрати на обслуговування на 10-15% і 12-18% відповідно. Також, застосування єдиних платформ ERP систем дає змогу відстежувати процес організації та проведення ремонтів від заявки до аналізу результатів, що важливо для проведення вчасних аудитів і залучення донорських коштів.

В Україні використання єдиних цифрових ERP платформ носить обмежений характер - на рівні використання окремих модулів. Однак, вже є успішні кейси - Запорізька АЕС (до окупації) і Південноукраїнська АЕС поступово розширюють впровадження ERP систем, проте ще існують проблеми консерватизму персоналу та достатньої наявності IT-спеціалістів.

На базі виконаних досліджень були зроблені висновки щодо доцільності впровадження ERP платформ на об'єктах енергетики для підвищення ефективності виконання ремонтних робіт. Проведений аналіз доводить як економічну, так і виробничу користь для ТЕС та АЕС. Також були виявлені кращі світові практики використання таких цифрових систем і надані векторні рекомендації щодо подальших кроків.

Література:

1. Кацай Г.І., Сидоренко О.В. Інформаційні системи в енергетиці: перспективи та обмеження. *Технічна енергетика України*. 2022. № 3(45). С. 14–19.

2. Іванов І. І., Петров П. П. Захист інформаційних систем в енергетичній галузі. *Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інформатика та управління*. 2023. № 2(1401). С. 45–50.

3. Zang K., Zhang P. Implementation of ERP in Power Generation: Key Success Factors. *International Journal of Power Engineering*. 2020. Vol. 6, № 2. С. 35–44.

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ СТАНУ НАДІЙНОСТІ ПАРОГЕНЕРАТОРІВ АЕС З РЕАКТОРАМИ ВВЕР-1000 В УМОВАХ ПОДОВЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОГО РЕСУРСУ

Єфімов О.В., Каверцев В.Л., Чижик О.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Згідно з діючою до 2050 р. Енергетичною стратегією України розвиток атомної енергетичної галузі передбачає значне зростання виробництва електроенергії вітчизняними АЕС, що по перше стосується продовженням ресурсу існуючого обладнання.

Починаючи з 1990-х років МАГАТЕ запровадило програму допомоги країнам Центральної і Східної Європи в оцінці безпеки їх АЕС (зокрема з реакторами ВВЕР-1000). Головними напрямками Програми були: визначення головних проектних і експлуатаційних проблем безпеки; допомога при оцінці повноти і адекватності програм підвищення безпеки.

На базі накопленого досвіду експлуатації і оцінки наслідків відмов, порушення цільності парогенераторів (ПГ) АЕС з ВВЕР-1000 [1]. У зв'язку з цим для визначення механізму пошкоджень було проведено багато експериментальні і розрахункові дослідження, метою яких є уникнення аналогічних пошкоджень при продовжені строку експлуатації існуючого і проектуванні нового обладнання.

Дослідження причин пошкоджень і коректуючи заходи були спрямовані на: процес виготовлення ПГ; властивості сталі виробів; умови навантаження і впливу робочого середовища; розробку технологій і заходів по відновленню елементів ПГ, на заводі-виробнику і АЕС; розробку і застосування заходів моніторингу цілісності ПГ на заводі-виробнику і АЕС; розробку технологічних процесів ремонту пошкоджених; розробку нових конструкційних матеріалів для елементів ПГ; Розробку модифікацій конструкції ПГ; ймовірний аналіз виникнення малої і великої аварії з втратою теплоносія першого контуру.

На базі виконаних досліджень були зроблені висновки і запропоновані рекомендації по підвищенню надійності елементів ПГ в першу чергу пов'язаних з: матеріалами, конструкцією, виготовленням, експлуатацією і моніторінгом.

Аналіз об'єднаної інформації по проблемам цілісності парогенераторів АЕС дає змогу до системного підходу при вирішені даних проблем і розробці корегуючих і проектних рішень, з метою продовження строку експлуатації обладнання і уникнення пошкоджень у майбутньому при проектуванні.

Література:

1. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. Safety Issues and Their Ranking for WWER-1000 Model 320 Nuclear Power Plants. Vienna: IAEA, 1996 (IAEA-EBP-WWER-05).

УДОСКОНАЛЕННЯ ПАРОГЕНЕРУЮЧОГО УСТАТКУВАННЯ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ МЕТАЛУРГІЙНОЇ ГАЛУЗІ

Єфімов О.В., Ліфшиць П.В., Каверцев В.Л.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Підвищення енергоефективності парогенеруючого обладнання, що встановлено на металургійному виробництві, призводить до підвищення конкурентоспроможності готової металургійної продукції, а також сприяє як безпосередньо, так і опосередковано зменшенню шкідливих викидів в атмосферу. Ці питання можна вирішувати завдяки удосконаленню системи підігріву димових газів, що йдуть на повітронагрівачи доменних печей (кауперів), скорочення витрати природнього газу на підвищення температури гарячого дуття.

Питанням щодо зменшення, а в подальшому й відмовлення від використання природного газу у технологічному процесу підігріву повітря в повітронагрівачах доменних печей (кауперах) металургійних підприємств, приділяється велика увага. Аналіз роботи існуючих котельних агрегатів металургійних заводів показав низьку ефективність системи підігріву повітря і газового палива за рахунок утилізації теплоти. Низькі значення температур підігріву компонентів горіння свідчать про низьку ефективність роботи системи утилізації теплоти, в тому числі в наслідок незадовільного стану теплообмінників.

Запропоновано систему попереднього підігріву доменного газу та повітря спалювання перед пальником доменної печі, яка включає інноваційні рішення по удосконаленню існуючого парогенеруючого обладнання та використанню додаткового теплогенератора для підвищення температури димових газів, що призводить до підвищення ККД.

Також варто виділити, що використання даних технічних рішень дозволить збільшити ефективність та скоротити витрати природнього газу на підвищення температури гарячого дуття. Ці технологічні рішення можуть використовуватися у парогенеруючих установках металургійних підприємств.

Література:

1. Єфімов О. В. Вдосконалення та оптимизація моделей, процесів, конструкцій та режима роботи енергетичного обладнання АЕС, ТЕС та опалювальних котелень. Харків: Підручник НТУ «ХПІ», 2013. – 409 с.

2. Грес Л. П., Карпенко С. А., Миленина А. Е. Теплообмінники доменних печей / Під заг. ред. д-ра техн наук, проф. Л. П. Греса. Дніпропетровськ: Пороги, 2012. 491 с. ISBN 978-617-518-207-9.

МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ПІДСМОКТУВАННЯ ПОВІТРЯ НА РОЗПОДІЛ ПОВНОГО ТИСКУ ВОДИ В КАНАЛІ З РОЗШИРЕННЯМ

Ісмайлов В.О, Тарасов О. І.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У роботі розглядається задача чисельного моделювання нестаціонарної течії води в трубчастому каналі з різким розширенням. Основна увага приділена впливу підсмоктування повітря на розподіл повного тиску води. Розрахунки виконані із використанням програмних пакетів ANSYS Fluent та AxSystemSimulation.

У ANSYS Fluent проведено чисельне моделювання у середовищі ANSYS Fluent для каналу, що складається із зони звуження (Ø = 1.27 см), розширення (Ø = 2.54 см) та вертикального отвору діаметром 0.8 см, розташованого на відстані 10 см від початку (рис. 1).

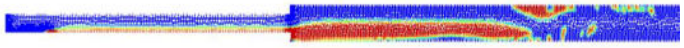
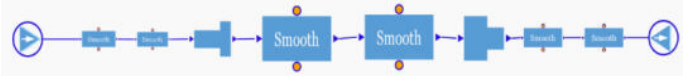


Рисунок 1 – Динаміка масло-повітряної суміші

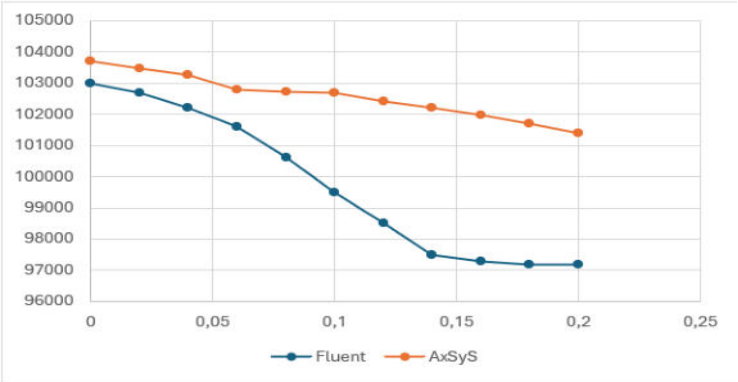
На вхід каналу горизонтально подавалась вода зі швидкістю 1.16 м/с, а повітря вертикально вдувалось через вертикальний отвір зі швидкістю 1.05 м/с.

У AxSystemSimulation побудовано аналогічну модель без урахування повітря (рис. 2).



Метою даного етапу було розрахувати однокомпонентний потік (вода) в ідентичній геометрії без врахування підсмоктування повітря, провести аналіз параметрів тиску. Конфігурація каналу відповідає моделі у Fluent.

Порівняння результатів без урахування повітря та з ним (рис. 3) демонструє важливість врахування підсмоктування повітря для точного опису гідродинаміки в реальних умовах експлуатації. Також встановлено, що наявність повітря призводить до коливань тиску та нестійкості течії у вихідному каналі, що може негативно впливати на роботу елементів гідросистем.



Література:

1. SoftInWay. [Електронний ресурс]. URL: https://www.softinway.com.
2. Ansys. [Електронний ресурс]. URL: https://www.ansys.com .

ОСОБЛИВОСТІ РЕГУЛЮВАННЯ В АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМАХ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

Кунденко М.П., Пащенко В.Г.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Мінімізація витрат на виробництво та транспортування теплової енергії в централізованій системі теплопостачання, враховуючи її зв'язок із електроенергетичною системою, є основним критерієм для оптимізації термічних та гідравлічних режимів у центральному автоматизованому регулюванні розподілу тепла.

При розробці режимів центрального регулювання в автоматизованих системах теплопостачання необхідно враховувати, що завдяки роботі місцевих автоматичних регуляторів кожен споживач відбирає з теплової мережі таку кількість теплоти, яка потрібна для забезпечення власних потреб. При цьому (з умови теплового балансу) частка теплоти від теплового джерела за певний період часу, відрізнятиметься від загального споживання приєднаних будівель на величину втрат у теплових мережах, а також на кількість теплоти, акумульованої за цей період у будівлях і в тепловій мережі.

У зв'язку з тим, що кількість теплової енергії, що відпускається, визначається як температурою теплоносія, так і перепадом тисків (витратою води) в тепловій мережі, автоматизована систем управління розподілу теплоти повинна складатися з двох взаємопов'язаних підсистем: управління температурним режимом і управління гідравлічним режимом теплової мережі.

Одним із основних завдань центрального регулювання в автоматизованих системах теплопостачання є мінімізація собівартості виробництва та транспортування теплоносія.

Це досягається, з одного боку, шляхом оптимізації відпустки теплової енергії (протягом року, опалювального сезону, тижня, доби), а з іншого – шляхом оптимізації температур і витрат теплоносія для кожного споживача.

При визначені оптимальних параметрів температури і витрат теплоносія та при побудові оптимального графіка центрального регулювання від ТЕЦ, значення температур теплоносія взаємопов'язані з розміром вироблення електроенергії по теплофікаційному циклу, тобто зі зниженням зазначених значень електроенергії на базі теплофікаційних оборотів турбіни. Тому, в подальших дослідженнях, ставиться завдання мінімізації витрат електричної та теплової енергії на транспортування теплоносія по теплових мережах.

Вибираючи центральні режими регулювання, слід також врахувати, що інтенсивність зовнішньої корозії трубопроводів теплових мереж і, отже, термін їх обслуговування значно залежить від режиму теплопостачання, температури теплоносія та характеристик теплоізоляції трубопроводів.

Тому, пошук оптимального режиму управління в автоматизованих системах теплопостачання є важливим завданням, рішення якого повинно відповідати різним система теплопостачання.

АВТОМАТИЗАЦІЯ СИСТЕМ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ

Кунденко М. П., Ющенко М. В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Системи повітряного кондиціонування (СПК), це більш загальна концепція, яка включає блокування, вибір режимів роботи (включаючи та відключення системи) та захист обладнання систем кондиціонування та вентиляції.. Ефективний контроль СПК за обраною схемою неможливий без її автоматизації. За допомогою приладів та пристроїв автоматики, що входять до схеми управління СПК, вирішуються завдання командного пуску та зупинки агрегатів, автоматичної підтримки заданих режимів роботи як окремих, так і кількох агрегатів системи, Прилади та пристрої автоматики здійснюють контроль та сигналізацію аварійних ситуацій, а також автоматичне вимикання обладнання у разі аварії.

Регулювання СПК ґрунтується на аналізі стаціонарних та нестаціонарних теплових процесів. Аналіз експлуатаційних та регулюючих систем проводиться з метою оптимального вибору параметрів та елементів регулювання є початковим для визначення річних витрат тепла та холоду, які є важливими показниками економічної ефективності систем кондиціонування.

Регулювання СПК за малий проміжок часу, визначається за допомогою нестаціонарних теплових процесів, оскільки час зміни зовнішніх впливів незначний в порівнянні з часом перехідних теплових процесів у приміщенні. Аналіз нестаціонарних теплових процесів у різні періоди року проводиться для визначення максимального теплового навантаження систем кондиціонування, а також визначення динаміки їх змін, що дозволяє визначити необхідні характеристики автоматизованої системи керування. СПК перш за все, повинна бути проаналізована протягом року. Необхідно встановити якісні та кількісні зміни у всіх компонентах, що визначають процес кондиціонування та експлуатацію окремих елементів системи, в результаті яких характеристики режиму роботи СПК та технологічних методик, визначать ефективні системи регулювання.

Спільне використання технологічних методів підтримки роботи та регулювання СПК, а також рішень щодо оптимізації споживання енергії визначатимуть схему автоматичного регулювання СПК. Наступним етапом удосконаленням системи, полягає в автоматизації схеми керування, яка автоматично забезпечить даний режим роботи та регулювання окремих елементів системи в енергоефективному режимі.

Окреме або спільне використання вказаних режимів роботи здійснюється пристроями автоматизації, які утворюють як прості контури локального регулювання, так і складні багатоповерхові системи автоматичного управління. Якість роботи СПК визначається, головним чином, за відповідністю створених параметрів мікроклімату у приміщенні і залежить від правильності вибору як технологічної схеми та обладнання, а також від елементів автоматичної системи управління та захисту схеми.

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА КОЕФІЦІЄНТІВ ВТРАТ МЕХАНІЧНОЇ ЕНЕРГІЇ У ПОТОКАХ РІДИНИ

Лапузін О. В., Юдін Ю. О., Науменко С. П., Юдін О. Ю.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

При розрахунках потоків в'язких нестисливих рідин інтенсивність перетворення частини механічної енергії потоку у теплову енергію визначається за допомогою коефіцієнта гідравлічних втрат (КГВ), який являє собою відношення втрат тиску гальмування до динамічного тиску у вузькому перетині ділянки каналу. КГВ застосовується не лише для так званих крапельних рідин (вода, масло, нафта, спирт та інші), але і для газів, які рухаються із швидкістю до 100 м/с. При цьому динамічний тиск у всіх перетинах каналу вважається пропорційним n^2 – квадрату відношення площі вихідного перетину каналу до площі вхідного перетину.

При газодинамічних розрахунках потоків газів, що рухаються з великою швидкістю в парових і газових турбінах, відцентрових і осьових компресорах, зміною густини вже не нехтують і замість КГВ використовують коефіцієнт втрат кінетичної енергії (КВКЕ), який являє собою відношення втрат кінетичної енергії до кінетичної енергії потоку у вхідному перетині дифузора або до теоретичної кінетичної енергії потоку у вихідному перетині соплової решітки.

Течія в'язкого газу у циліндричних трубах принципово нічим не відрізняється від течії в соплах: тиск і температура зменшуються, а швидкість зростає і може навіть зрівнятися із швидкістю звуку. Тому розрахунок таких труб доцільно виконувати за допомогою КВКЕ, що використовується при розрахунках сопел і соплових решіток. В технічній літературі КВКЕ дифузора називають коефіцієнтом внутрішніх або гідравлічних втрат.

Різні підходи до визначення коефіцієнтів втрат обумовлюють великі розбіжності між КГВ і КВКЕ. Розглянемо результати розрахунків цих коефіцієнтів за умови, коли у вхідному перетині сопла, циліндричної труби і дифузора параметри гальмування в потоці повітря дорівнюють 2 бара, 269 К, а у вихідному перетині маємо тиск 1,7232 бара і тиск гальмування 1,9404 бара. Таким параметрам відповідає зведена теоретична швидкість потоку у вихідному перетині $\lambda_{1t} = 0{,}5$, втрата тиску гальмування 5960 Па і КВКЕ = 0,2, підрахований по теоретичній швидкості потоку у вихідних перетинах каналів.

В сопловій решітці з $n = 0{,}342$ відношення КГВ/КВКЕ дорівнює 1,6, а в циліндричній трубі – 1,5. При фіксованих параметрах гальмування перед сопловою решіткою і циліндричною трубою, а також фіксованому КВКЕ = 0,2 зменшення λ_{1t} з 0,5 майже до нуля (коли вплив стисливості відсутній) зменшує відношення КГВ/КВКЕ до 1,25.

При розрахунках дифузорів коефіцієнти втрат визначаються із застосуванням параметрів потоку у його вхідному перетині. На режимі з $\lambda_{1t} = 0{,}5$ швидкість потоку перед дифузором $n = 1{,}572$ наближається до звукової швидкості, КВКЕ = 0,062, а КГВ = 0,091. У разі наближення швидкості λ_{1t} до нуля обидва коефіцієнта збільшуються до 0,1.

УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ В ПАРОГЕНЕРАТОРАХ АТОМНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

Литвиненко О.О., Вашев І.В.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Аналіз теплопередачі між первинним і вторинним контурами атомних електростанцій є важливим для підвищення ефективності, безпеки та довговічності роботи електростанції. Оптимізація цього процесу дозволяє підвищити енергоефективність, покращити безпеку, оптимізувати габарити та конструкцію – зменшити розміри та масу парогенератора без зниження його ефективності.

Для оцінки ефективності теплопередачі і можливостей її удосконалення в роботі проаналізовано вплив геометричних параметрів теплообмінних трубок і швидкості теплоносія на ефективність теплопередачі в парогенераторі ПГВ-1000М Хмельницької атомної електростанції, розроблено рекомендації щодо підвищення ефективності роботи парогенератора.

В роботі проаналізовано роботу Хмельницької атомної електростанції, проведено тепловий конструктивний розрахунок парогенератора і виконано аналіз впливу діаметрів трубок і швидкості первинного теплоносія на процес теплопередачі і габарити парогенератора.

Зміни діаметрів теплообмінних трубок в існуючих конструктивних межах показали, що зі збільшенням зовнішнього діаметру трубок зменшуються коефіцієнти тепловіддачі як з боку первинного теплоносія, так і з боку робочого тіла. Це пояснюється зниженням швидкості потоку первинного теплоносія в трубках і можливим погіршенням режиму кипіння в міжтрубному просторі, що призводить до зменшення середнього коефіцієнта теплопередачі і збільшення площі поверхні теплообміну.

Аналіз впливу швидкості потоку теплоносія першого контуру на теплопередачу та розміри парогенератора проведено при обраному найменшому діаметрі трубок з попереднього розрахунку. Результати розрахунків показали, що збільшенні швидкості первинного теплоносія призводить до покращення теплопередачі і зменшення площі поверхні теплообміну.

Аналіз результатів розрахунків дозволяє надати наступні рекомендації:

1. Використання трубок меншого діаметра покращує теплопередачу завдяки збільшенню турбулентності потоку та зменшенню товщини пограничного шару. Однак слід враховувати необхідність збільшення кількості трубок, що може ускладнити конструкцію парогенератора.

2. Підвищення швидкості потоку теплоносія збільшує коефіцієнти тепловіддачі та теплопередачі. Оптимальні значення швидкості необхідно підбирати з урахуванням гідравлічних втрат і навантаження на циркуляційні насоси.

ЕКСЕРГЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ТЕПЛОФІКАЦІЙНОЇ ПАРОТУРБІННОЇ УСТАНОВКИ ТЕЦ

Мазур А. О., Тарасова В.О.

Інституту енергетичних машин і систем ім. А.М. Підгорного НАН України, Харків

В роботі проведено аналіз теплової схеми теплофікаційної паротурбінної установки (ПТУ) електричною потужністю 20 МВт за ексергетичними показниками, який дозволив визначити елементи з високою ексергетичною вартістю. Ексерегетична вартість кожного елемента визначається як відношення ексергетичного палива елемента до його продукту. В свою чергу як паливо елемента приймається зниження величини потоку ексергії при проходженні крізь нього, а як продукт – підвищення цієї величини.

Найбільша ексергетична вартість спостерігається в енергетичному котлі, але її можна знизити тільки шляхом зниження деструкції ексергії в інших елементах (рис. 1). З рисунку видно, що як елемент з найбільшим потенціалом підвищення ефективності ПТУ слід обрати мережевий підігрівач (МП2), що обігрівається парою з першого відбору частини турбіни середнього тиску (ЧСТ).

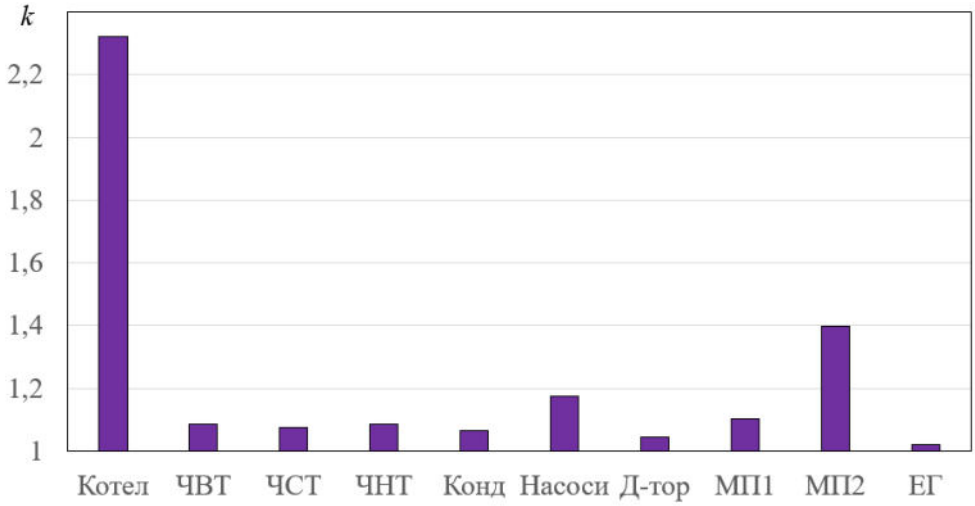


Рис.1. Ексергетична вартість елементів ПТУ:
ЧВТ– частина турбіни високого тиску; Конд –конденсатор;
Д-тор –деаератор; ЕГ – електрогенератор

Розглянуто варіанти теплової схеми теплофікаційної ПТУ, в яких варіювались параметри пари у відборах турбіни (тиск, витрата).

Показано, що при зниженні тиску та зменшенні витрати пари у першому відборі, а також зниженні тиску пари та підвищенні витрати пари у другому відборі вартість ексергетичних потоків у мережевих підігрівачах знижується майже на 5 %, ексергетичний ККД ПТУ підвищується на 2 %, а електричний ККД установки зростає на 2,16 % відносно вихідної схеми.

ВПЛИВ ЧИСТОТИ ПОВЕРХНІ ТРУБ КОНДЕНСАТОРА ТУРБОУСТАНОВКИ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЙОГО РОБОТИ

Михайлова І. О., Ряполов В.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Зміна режимів роботи енергоблоків і якість охолоджувальної води приводять до інтенсивного забруднення поверхні теплообміну конденсаторів, а отже до зниження вакууму й значного росту витрат на підтримку чистоти поверхонь охолодження конденсаторів.

Мета роботи є аналіз впливу коефіцієнта чистоти поверхні a на коефіцієнт теплопередачі, температуру охолоджувальної води на виході і площу поверхні теплообміну при забруднені від мінеральних або органічних відкладень.

Дослідження проводилось для однакових початкових умов витраті пари в конденсаторі $G_{\text{в}} = 319$ кг/с, тиску в конденсаторі $P_{\text{к}} = 3{,}92$ кПа; ступіні сухості пари $x_{\text{к}} = 0{,}875$ кг/; температурі охолоджувальної води $t_{\text{в1}} = 15\ °C$; діаметрах трубок ${}^{d_{\text{зн}}}/_{d_{\text{в}}} = {}^{28}/_{26}$; довжині трубок $L = 14$ м; кількості ходів z= 2; швидкості охолоджувальної води $u = 2{,}2$ м/с.

При аналізі коефіцієнт чистоти поверхні a змінювався від 0,6 до 0,85.

Таблиця 1 – Результати розрахунку

Назва параметра	Значення			
Коефіцієнт чистоти поверхні охолодження, a	0,6	0,7	0,8	0,85
Коефіцієнт теплопередачі, K, кВт/м^2	2483,72	2897,68	3311,63	3518,61
Степінь сухості, x	0,23	0,27	0,31	0,33
Температура води, що охолоджує, на виході з конденсатора, $t_{в2}$, °С	24,82	25,55	26,14	26,39
Витрата води для охолодження, W, кг/с	16,41	15,27	14,46	14,14
Кратність охолодження, m	0,0051	0,0048	0,0045	0,0044
Число трубок в одному ході, n_z, шт	14265	13279	12575	12298
Площа поверхні охолодження всього конденсатора, Fk, м^2	35118	32690	30958	30276

Найкращі теплофізичні показники конденсатора отримані при коефіцієнті чистоти поверхні охолодження a=0,85. Зменшення коефіцієнта чистоти поверхні призводить до зниження коефіцієнта теплопередачі на 29,4 %, температури охолоджувальної води на 6 %. Площа поверхні теплообміну зменшується на 4500 м^2 при a=0,85, що суттєво впливає на габарити конденсатора і його металоємність.

ЕКСПРЕС-ОЦІНКА МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТУРБОДЕТАНДЕРІВ

Новіков М. К.[1], Усатий О. П.[2], Міщаненко Є. С.[2]

[1] ПрАТ «ТУРБОГАЗ», м. Харків

[2] Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Враховуючи той факт, що турбодетандерні установки забезпечують розосереджене виробництво електроенергії без шкідливого впливу на навколишнє середовище то перед енергетичною галуззю України стоїть задача якнайширшого впровадження турбодетандерних технологій. Для визначення найбільш пристосованих для впровадження турбодетандерних технологій локальних газових мереж, які оперують природнім газом різного компонентного складу, різними тисками і температурами та масовими витратами газу потрібно мати можливість проведення швидкої експрес-оцінки потенціалу цих газових мереж щодо можливості та раціональності впровадження турбодетандерних технологій для виробництва електроенергії.

Розроблена методика та програмне забезпечення для оцінки рівня вірогідно-прогнозованої потужності турбодетандера за відомими параметрами природного газу в відповідних локальних газових мережах. Проведені чисельні дослідження щодо оцінки потенційної можливості та раціональності впровадження турбодетандерних технологій для виробництва електроенергії на чотирьох локальних газових мережах України. Отримані табличні і графічні залежності впливу на рівень вірогідно-прогнозованої потужності турбодетандерів параметрів природнього газу локальних газових мереж. На рис. 1 наведено скрин діалогової форми розробленого програмного забезпечення, а на рис. 2 наведена 3*D* графічна залежність впливу на рівень вірогідно-прогнозованої потужності турбодетандеру повного тиску природного газу на вході в турбодетандер та статичного тиск за ним для однієї з локальних газових мереж.

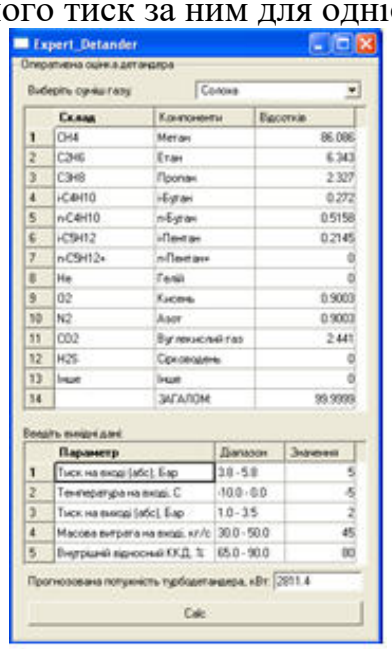


Рисунок 1. Діалогова форма

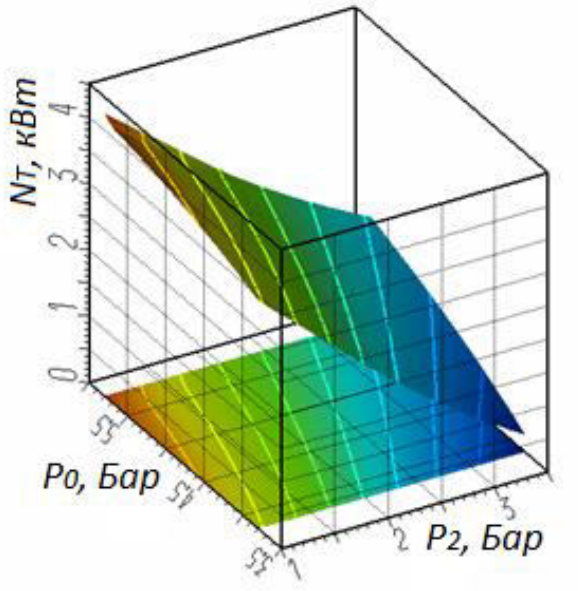


Рисунок 2. Вплив повного тиску (P_0) і статичного тиску (P_2) на потужність ($N_т$)

ВИМІРЮВАННЯ ДИСПЕРСНОГО СКЛАДУ КРАПЕЛЬ У ГАЗОРІДИННОМУ ВИСОКОШВИДКІСНОМУ ПОТОЦІ ПРИ РОЗПИЛЮВАННІ РІДИНИ ПНЕВМАТИЧНИМИ ФОРСУНКАМИ

Пересьолков О.Р., Круглякова О.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

На багатьох теплоенергетичних об'єктах виникає необхідність тонкого диспергування рідини, коли забезпечення тонкодисперсного факела має вирішальне значення для повноти випаровування крапель та ефективності процесу в цілому.

У даній роботі об'єктом дослідження стала модель пневматичної форсунки зі шнековим завихрювачем, особливістю конструкції якої є попередній розподіл рідини по конічній поверхні з наступним її захопленням високошвидкісним газовим потоком. Таким чином формується короткий газопроникний факел у вигляді полого конуса, придатний для камер з обмеженим простором.

Для вимірювання дисперсного складу крапель застосовано лічильно-імпульсний метод, адаптований під умови високошвидкісного потоку. Метод базується на підрахунку кількості електричних імпульсів, що виникають при замиканні краплями електродів, розташованих в центрі факела. Вдосконалення методики дозволило виключити помилкові спрацьовування, що пов'язані із струменевим перенесенням рідини вздовж електродів.

Визначення приведеного дисперсного складу здійснювалося на основі локальних вимірювань із урахуванням густини орошення в обраних точках факела. Показано, що центральна зона факела суттєво визначає загальний спектр крапель за розмірами, тому достатньо фокусувати вимірювання у цій області для адекватної оцінки тонкості розпилу.

Експериментальні дослідження продемонстрували, що процес дроблення рідини завершується на відстані 10–12 мм від виходу форсунки, а подальше просування крапель супроводжується лише просторовим розкриттям факела без зміни дисперсного складу. Тому всі основні вимірювання проводились на відстані 15–20 мм від форсунки.

Проведено вивчення залежності модального діаметра крапель Dм від співвідношення витрат газу і рідини Gг/Gж. Виявлено характерну автомодельну зону, де розмір крапель стає незалежним від Gг/Gж. Це дозволяє оптимізувати режими роботи форсунок, орієнтуючись на критичні значення швидкості витікання газу. Встановлено порогове значення співвідношення Gг/Gж, яке визначає перехід від ефективного диспергування до режиму з погіршенням якості розпилу. Виявлено, що при максимальній швидкості витікання газу з сопла, порогове співвідношення становить близько 0,6. Перевищення цього рівня призводить до невиправданого зростання витрат стисненого повітря без покращення характеристик факела. Зроблено висновок, що для забезпечення тонкого розпилу рідини доцільно працювати при надлишковому тиску перед форсункою на рівні $1–1{,}5\times10^5$ Па. Подальше підвищення тиску неефективне через зростання енергоспоживання без поліпшення якості диспергування.

ТЕПЛОТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ ПІДПРИЄМСТВ

Пірков Д.А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Проблеми енергозбереження та підвищення ефективності теплопостачання залишаються актуальними для всіх галузей промисловості України. Значну роль у цьому відіграє впровадження сучасного теплотехнологічного обладнання, серед якого важливе місце займають калорифери, теплообмінники, парові котли та сушильні установки.

Калорифери – це пристрої, призначені для нагрівання повітря в системах вентиляції та опалення. Вони працюють за принципом передачі тепла від теплоносія (вода, пара або електроенергія) до повітряного потоку, який подається до приміщень або виробничих зон. Основними перевагами калориферів є простота конструкції, висока надійність та можливість автоматизації процесу.

Важливим напрямом модернізації теплотехнологічного обладнання є впровадження теплообмінників з підвищеним коефіцієнтом теплопередачі. Вони дозволяють значно знизити витрати палива та зменшити шкідливі викиди. Наприклад, пластинчасті теплообмінники мають компактні розміри, що робить їх зручними для розміщення в умовах обмеженого простору. У харчовій, хімічній та деревообробній промисловості широко використовуються сушильні апарати з тепловими елементами. Такі установки дозволяють здійснювати контрольоване висушування матеріалів при мінімальних енерговитратах, що особливо важливо для енергоємних підприємств. У деяких випадках, для підвищення енергоефективності, застосовуються комбіновані системи, що поєднують різні типи теплотехнологічного обладнання. Наприклад, використання рекуперативних систем дозволяє повертати частину теплової енергії назад у технологічний процес.

Крім того, впровадження систем автоматизованого керування теплотехнологічними процесами дає змогу оптимізувати режим роботи обладнання, знизити споживання енергоресурсів та подовжити строк експлуатації агрегатів.

Висновок: Сучасне теплотехнологічне обладнання, зокрема калорифери, є важливою складовою технологічного процесу на підприємствах різних галузей. Його ефективне використання сприяє енергозбереженню, підвищенню продуктивності праці та зниженню експлуатаційних витрат.

Література:

1. Жураківський Ю. Я., Пархоменко Л. О. Теплотехнічне обладнання: Підручник. – Київ: Ліра-К, 2016. – 384 с.

2. Шевченко В. І. Теплообмінні апарати промислових установок. – Харків: НТУ «ХПІ», 2019. – 312 с.

3. Коваль С. М. Системи вентиляції та опалення: навчальний посібник. – Львів: Видавництво ЛНУ, 2020. – 248 с.

МЕТОДИ ЗНИЖЕННЯ ВИКИДІВ ОКСИДІВ АЗОТУ ПАРОВОГО КОТЛА

Пугачова Т.М., Кривцун Д.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Викиди оксидів азоту (NOx) при спалюванні палива знижують шляхом обмеження температури горіння та доступу кисню. Основні методи:

- рециркуляція димових газів, води чи пари в зону горіння;
- триступінчасте або ступеневе горіння;
- зменшення надлишку повітря;
- зниження частки первинного повітря;
- оптимізація співвідношення потоків первинного і вторинного повітря.

Дослідження показали, що ефективність зниження NO_x значною мірою залежить від технології горіння. Перспективним є впровадження струменево-нішевої технології (СНТ), розробленої у КПІ ім. І. Сікорського. Вона забезпечує оптимальне змішування, регульовану структуру потоку та стійке горіння у широкому діапазоні навантажень.

Методи зниження NO_x умовно поділяються на первинні та вторинні. Первинні методи спрямовані на запобігання утворенню оксидів у процесі горіння, а вторинні – на їхнє видалення з потоку димових газів після спалювання. Основна увага приділяється саме первинним технологіям, оскільки вони є менш енерговитратними і дозволяють досягти значного ефекту без істотних змін у конструкції котлів.

Практична реалізація методу рециркуляції димових газів є достатньо простою: димові гази температурою 300–400 °С відбираються перед повітропідігрівачем і подаються в топку за допомогою рециркуляційного димососа.

Крім традиційних підходів, важливе місце займають сучасні технології, такі як струменево-нішева технологія (СНТ), що була розроблена в КПІ ім. І. Сікорського. Вона базується на створенні регульованих потоків палива та окисника, які дозволяють отримати стабільну та ефективну зону горіння при мінімальному утворенні NO_x. СНТ передбачає: оптимальний розподіл палива, високу інтенсивність спалювання, стійкість до зміни навантажень і саморегулювання складу паливної суміші. Ця технологія вже впроваджена на котлах потужністю від 0,5 до 125 МВт.

Аналіз показує, що на ефективність зменшення NO_x істотно впливають: коефіцієнт надлишку повітря, навантаження котла, а також ступінь догорання палива. Неякісне організоване горіння призводить до недопалів і зростання викидів. Саме тому комплексний підхід із поєднанням правильної організації процесу горіння та технологій типу рециркуляції або СНТ дає найкращі результати.

Література:

1. Варламов Г. Б., Любчик Г. М., Маляренко В. А. Теплоенергетика та екологія: підручник. - ХНАМГ, НТУУ "КПІ". Харків : Сага, 2008. 234 с.

ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ГІБРИДНОГО ПРИВОДУ ГАЗОПЕРЕКАЧУВАЛЬНОГО АГРЕГАТУ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЙОГО ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ

Резніков О. І., Кіслов О. В.

Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», м. Харків

Для зниження витрат газу виконано математичне моделювання оптимального розподілу навантаження між газотурбінним і електричним приводами в гібридному газоперекачувальному агрегаті. Розроблено програмну модель на Python, яка реалізує оптимізацію методом SLSQP з урахуванням добового навантаження та обмежень на електроспоживання. Основна модель підрахунку витрат газу має вигляд:

$$Q_{\{gas\}}(\alpha_t) = \left(\frac{(1-\alpha_t)\cdot L_t}{\eta_{\text{еф}}}\right)\cdot\ (1\ +\ 0.1\ \cdot\ \alpha_t) \qquad (1)$$

де L_t – навантаження в момент часу t, α – частка електроприводу, $\eta_{\text{еф}}$ – ефективний коефіцієнт корисної дії газотурбінного агрегату, прийнято як 0,35.

Виконаний алгоритм передбачає автоматичну побудову таблиці, у якій вказано оптимальний розподіл навантаження на кожну годину доби (рис. 1).

Година, год	Навантаження, відн. од.	Частка електроприводу, част.	Витрата газу, м³	Електроенергія, кВт·год	Вартість газу, грн	Вартість ел.енергії, грн	Вартість (тільки газ), грн	Оптимізована вартість, грн	Економія, грн
1	0.5	0.33	0.991	0.148	20.81	1.01	30	21.82	8.18
2	0.52	0.35	0.998	0.166	20.96	1.14	31.3	22.1	9.21
3	0.54	0.53	0.763	0.261	16.02	1.79	32.61	17.81	14.8
4	0.57	0.84	0.272	0.43	5.72	2.95	33.91	8.67	25.25
5	0.59	0.66	0.599	0.351	12.58	2.41	35.22	14.99	20.22
6	0.61	0.84	0.294	0.462	6.18	3.17	36.52	9.35	27.17
7	0.63	0.62	0.723	0.353	15.17	2.42	37.83	17.6	20.23
8	0.65	0.82	0.364	0.481	7.65	3.3	39.13	10.95	28.18
9	0.67	0.35	1.298	0.211	27.26	1.45	40.43	28.71	11.72
10	0.7	0.47	1.094	0.297	22.97	2.04	41.74	25.01	16.73
11	0.72	0.57	0.925	0.37	19.42	2.54	43.04	21.96	21.09
12	0.74	0.79	0.47	0.528	9.86	3.62	44.35	13.48	30.86
13	0.76	0.76	0.557	0.522	11.69	3.58	45.65	15.27	30.38
14	0.78	0.37	1.455	0.262	30.56	1.8	46.96	32.36	14.6
15	0.8	0.8	0.498	0.579	10.46	3.97	48.26	14.43	33.83
16	0.83	0.39	1.488	0.293	31.25	2.01	49.57	33.25	16.31
17	0.85	0.7	0.788	0.531	16.55	3.64	50.87	20.19	30.68
18	0.87	0.77	0.624	0.6	13.11	4.12	52.17	17.23	34.95
19	0.89	0.59	1.107	0.473	23.25	3.24	53.48	26.5	26.98
20	0.91	0.72	0.795	0.588	16.7	4.03	54.78	20.73	34.05
21	0.93	0.56	1.248	0.469	26.21	3.22	56.09	29.42	26.66
22	0.96	0.34	1.875	0.289	39.37	1.99	57.39	41.36	16.03
23	0.98	0.88	0.356	0.778	7.47	5.33	58.7	12.8	45.89
24	1	0.62	1.152	0.558	24.18	3.83	60	28.02	31.98

Рисунок 1 –Таблиця розподілу навантаження між газотурбінним і електричним приводами

Програмно спрогнозована модель дозволила виявити, що при переході до гібридного режиму експлуатації витрати на енергоресурси щомісяця зменшуються на 16400–18200 грн, залежно від тривалості місяця, що еквівалентно понад 1,5 млн грн за рік на один агрегат (рис. 2).

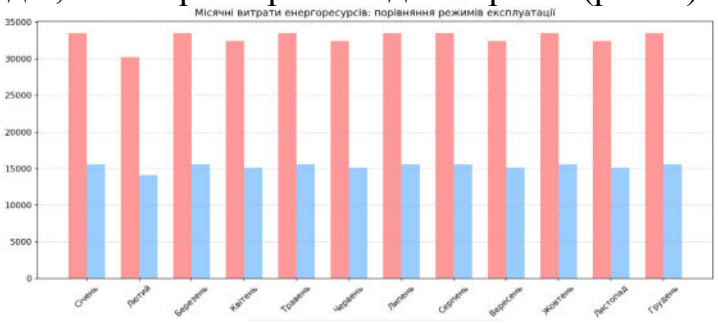


Рисунок 2 –Згенерований прогноз економії витрат при гібридному режимі експлуатації

Запропоноване рішення не потребує модернізації обладнання й має високий економічний потенціал.

Література: 1. Optimization of a Natural Gas Power Plant with Membrane and Solid Sorbent Carbon Capture Systems / F. B. Soepyan et al. *Carbon Capture Science & Technology*. 2024. Vol. 10. P. 100165. URL: https://doi.org/10.1016/j.ccst.2023.100165. 2. Про встановлення тарифу на послуги з передачі електричної енергії НЕК «УКРЕНЕРГО» на 2025 рік. *Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг.* URL: https://shorturl.at/CLQJw. 3. Тарифний план «Все включено». *НАФТОГАЗ*. URL: https://shorturl.at/UFzuU.

БЕЗВЕНТИЛЯТОРНІ СИСТЕМИ КОНДИЦІЮВАННЯ ПОВІТРЯ

Руденко М.З., Чичибаба І.О., Васильчук О.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Безвентиляторне, або поверхневе охолодження – це метод зниження температури приміщення за допомогою радіаційних систем охолодження, що включають в себе панелі з вмонтованими трубками, по яким тече холодна вода. Завдяки високому рівню комфорту та приємному випромінюванню, безвентиляторне охолодження або опалення через підлогу, стіни чи стелю є перспективним способом розподілу холоду та тепла в сучасних будинках.

Але у кожному конкретному випадку потрібно вирішити, чи виправдано використання такого типу кондиціонера з технічної та економічної точки зору. З цією метою на основі аналітичних розрахунків для будинка заміського типу виконаний аналіз можливостей застосування систем кондиціювання з примусовим та вільно поверхневим повітроохолодженням та проведено порівняння орієнтовної ціни системи кондиціювання поверхневим охолодженням з використанням чилера та на базі теплового насосу.

На основі законів передачі тепла через огороджуючі конструкції за допомогою пакета MathCad проведено розрахунок теплопритоків до заданих приміщень та необхідних площин стельових теплообмінників. Для заданої будівлі проведено розрахунок теплового навантаження, який становив майже 10 кВт, та необхідних площ стельових теплообмінників системи охолодження кімнат.

В якості системи поверхневого охолодження вибрано капілярні мати з наступними параметрами: діаметр трубок у панелі d=3,35мм, довжина панелі a=2600мм, ширина b=600мм, площа панелі F=1,56 м^2.

Для нашої системи в якості джерела холоду використаємо чилер з повітряним охолодженням. Спираючись на проведений розрахунок (в програмах Solkane та SciDAVis) одноступеневої холодильної машини для декількох фреонів, а саме: R134a, R409a та R410a, обираємо холодоагент R134a. Він має відносно низький тиск, найкращий холодильний коефіцієнт – 14.3 та потужність компресора – 0.7 кВт. Важливо, що цей фреон не є сумішшю, тобто буде мати більший строк служби.

Виходячи з розрахунків площин стельових охолоджувачів, необхідних для досягнення оптимального рівня комфорту для різних типів кімнат, можна зробити наступні висновки: для кімнат типу спальня, вітальня, бібліотека тощо технічно виправдано використання поверхневого кондиціонера, для таких кімнат площі необхідних теплообмінників менші, ніж загальні площі кімнат на плані. Ванна кімната зазвичай має підвищену вологість повітря, а панелі охолодження схильні до утворення конденсату, тож їх не використовуємо. Для кухні характерний рівень теплопритоків є занадто великим для стельового охолоджувача, тому там краще встановити звичайний кондиціонер типу спліт системи.

ПІДВИЩЕННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ ПРОЦЕСУ ТЕПЛООБМІНУ В МЕТОДИЧНИХ ПЕЧАХ *ВЕЛИКОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ*

Тарасенко М. О.[1], Тарасенко О. М.[1], Рудна А.В.[1], Солодовник Ю. Ю.[2]

[1]***Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків***

[2]***Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, м. Харків***

Однією з характерних особливостей методичних печей є їх велика конструктивна різноманітність. Але всі вони працюють в режимі протитоку, коли матеріал і продукти згоряння переміщуються на зустріч одне одному. Найбільше уваги, в даний час, приділяють роботі потужних методичних печей, продуктивністю нагріву метала до 300 т/год.

При подачі в піч холодних масивних слябів довжиною до 11 м, на виході з методичної зони часто виникає недогрів металу, як по товщині (яка сягає до 300 мм), так і по довжині слябу.

Недогрів по товщині пов'язаний з недостатньо високою температурою в методичній зоні, для заготовок такого типу і наявністю водо охолоджуючих елементів, по яким переміщуються ці сляби. Також в методичній зоні значно відчувається вплив роботи рекуператора і зниження тиску в печі. Це призводить до збільшення присосів повітря і зниження температури, особливо в периферійній зоні.

Експериментальні дослідження показали, що подовжня нерівномірність температур, при довжині слябу 10,5 м, сягає 100 ^{o}C і більше. Разом з значною різницею температур верхньої і нижньої поверхні сляба, виникає небезпечний вигин заготовки зі збільшенням навантаження на опори пристінних труб і особливо рейтерів.

Часткова ліквідація таких недоліків можлива за рахунок значного покращення ізоляції нижньої частини печі, але це суттєво не змінює температурний режим в методичній зоні. Спільно з поліпшенням ізоляції необхідно, в кінці методичної зони, в нижній частині печі встановлювати пальникові пристрої.

Бокові пальникові пристрої дозволять підвищити тиск в нижній частині печі і таким чином зменшити присоси холодного повітря. При цьому значно зменшиться вміст кисню в продуктах згорання, що поліпшить довгострокову роботу рекуператора збільшуючи його корозійну стійкість. Підвищення температури газів дозволить одержати більш високу температуру підігріву повітря.

Додаткові пальники дозволять, також, підвищити температуру під водо охолоджуючими трубами, поліпшити умови теплообміну, зменшити перекоси температур, як по товщині, так і по довжині сляба.

ЕКСПРЕС-МЕТОДИКА ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕОХОЛОДЖЕННЯ ХОЛОДОАГЕНТУ В ЦИКЛІ ХОЛОДИЛЬНОЇ МАШИНИ

Тарасова В.О., Мольський С.М., Костіков А.О., Кузнецов М.О.
Інститут енергетичних машин і систем ім. А.М. Підгорного НАН України, м. Харків

Зміна клімату та міжнародні обмеження на використання фреонів із високим показником потенціалу глобального потепління і озоноруйнівним потенціалом спричинили потребу в нових підходах до підвищення ефективності холодильних машин (ХМ). Одним із таких методів є переохолодження холодоагенту після конденсатора ХМ, що дозволяє зменшити ентальпію холодоагенту перед дроселюванням та підвищити холодильний коефіцієнт ε без збільшення витрат енергії на стиск.

Метою дослідження є формалізація методу оцінки впливу переохолодження холодоагенту на ε та створення критерію, що дозволяє здійснювати експрес-аналіз ефективності циклу холодильної машини для різних холодоагентів. Задачі дослідження включали: аналітичний розрахунок ε циклу з переохолодженням та без нього; побудову графічних залежностей ε від температури переохолодження; виведення термодинамічного критерію для порівняльного аналізу.

Проведено термодинамічний аналіз циклів ХМ з переохолодженням холодоагенту та без нього. Запропоновано новий критерій ефективності

$$Kl^* = \frac{r_0}{\bar{c}_p'(T_3 - T_1)},$$

що враховує приховану теплоту пароутворення r_0та теплоємність пари $\bar{c}_p'$. Проведено чисельне моделювання циклів для холодоагентів R32, R152a, R410A, R125 та R502 у діапазоні температур переохолодження $\Delta t_{п\text{-}ох}$ до 15 °C.

Визначено, що збільшення ε до 15–25 % спостерігається для холодоагентів R125 та R410A при $\Delta t_{п\text{-}ох} > 10$ °C; R152a має найменший приріст ефективності через високу теплоємність пари. Створено номограми для швидкого визначення ε при зміні температур випаровування та переохолодження. Таким чином, розроблено універсальний метод розрахунку холодильного коефіцієнту ε при переохолодженні без потреби у повному моделюванні.

Запропонована експрес-методика та критерій *Kl** дозволяють ефективно аналізувати та оптимізувати цикли холодильних машин при переході на нові, екологічно безпечні холодоагенти.

ТЕПЛОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ

Третяк П.С
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Питання енергоресурсозбереження та забезпечення стабільного теплопостачання є ключовими в умовах сучасного аграрного виробництва України. Сільськогосподарські підприємства потребують ефективних систем теплозабезпечення для обігріву виробничих приміщень, теплиць, ферм, сховищ та інших об'єктів інфраструктури. Забезпечення стабільного теплопостачання особливо актуальне в осінньо-зимовий період, коли кліматичні умови значно ускладнюють ведення сільського господарства.

Одним із ефективних рішень у сфері теплозабезпечення є використання сучасних енергоощадних технологій: теплових насосів, біоенергетичних установок, твердопаливних котлів на агровідходах, систем утилізації вторинного тепла. Особливої уваги заслуговують теплові насоси, які дозволяють використовувати тепло навколишнього середовища для обігріву без спалювання викопного палива. Такі системи можуть працювати на основі геотермального тепла, повітря чи води, що забезпечує високу ефективність і зниження викидів парникових газів.

Впровадження систем автоматизованого контролю теплозабезпечення дозволяє в реальному часі відслідковувати температурні режими, витрати енергії, стан обладнання. Наприклад, використання сенсорів температури, вологи, а також пристроїв дистанційного керування (інтернет-реле, контролери) дає можливість знизити витрати та підвищити ефективність.

Значна увага приділяється утепленню будівель, модернізації теплових мереж, використанню теплоакумуляторів та комбінованих систем (наприклад, «твердопаливний котел + тепловий насос»), що дозволяє забезпечити надійне та безперебійне теплозабезпечення.

Автоматизація та моніторинг теплозабезпечення дозволяють в реальному часі аналізувати ефективність роботи обладнання. Сучасне програмне забезпечення забезпечує дистанційне керування системами теплопостачання, коригування режимів роботи, а також виявлення та зменшення теплових втрат. Особливо важливо впроваджувати такі системи на великих агропромислових підприємствах, де значні об'єми споживання тепла потребують чіткої оптимізації.

Таким чином, впровадження сучасних систем теплозабезпечення з використанням поновлюваних джерел енергії та автоматизованих рішень є необхідною умовою енергоефективної роботи сільськогосподарських підприємств. Це дозволяє не тільки скоротити витрати на енергоносії, а й сприяє екологічній безпеці та сталому розвитку аграрного сектору. Раціональне теплозабезпечення є основою сталого функціонування сільськогосподарських підприємств. Сучасні технології та підходи дозволяють досягати високої енергоефективності та знижувати залежність від традиційних джерел енергії.

ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ БАГАТОПАРАМЕТРИЧНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ТУРБІН ЗА КРИТЕРІЯМИ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ

Усатий О. П., Клименко В. М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Енергетичні турбіни широко використовуються на АЕС, ТЕС та ТЕЦ, частка яких складає більш ніж 80 % у генерації електричної енергії. В умовах війни та зростання цін на ресурси, гостро постає питання відновлення енергетичної та модернізації енергетичної інфраструктури. Оптимізація конструкцій парових турбін з урахуванням економічних аспектів на всіх етапах життєвого циклу дозволить значно знизити витрати та підвищити значимість економічної складової при проєктуванні енергетичних об'єктів України.

В роботі розглянуто питання врахування економічних критеріїв якості при оптимізації енергетичних парових турбін на всіх етапах життєвого циклу.

Кожен етап має значний економічний вплив на фінальну вартість кінцевої продукції.

Проектування є важливим етапом, який включає витрати на наукові дослідження та розробку проекту. Використання інноваційних рішень, таких як автоматизація процесів проектування, 3*D* моделювання, цифрові двійники, дозволить значно скоротити час розробки та знизити витрати.

Етап виробництва енергетичних турбін пов'язаний з витратами на матеріали, виробниче обладнання, енергоспоживання та робочу силу. Ефективне використання матеріалів та ресурсів у виробництві, мають вплив на зниження собівартості кінцевого виробу.

Монтаж та введення в експлуатацію включають витрати на доставку, монтаж, налаштування та випробування турбіни. Вибір оптимальних методів транспортування, оренда спеціалізованого обладнання, зменшення часу монтажу є ключовими факторами для зменшення загальних витрат на даному етапі.

На етапі технічної експлуатації та обслуговування, оптимізація режимів роботи турбіни дозволить значно знизити енергоспоживання та збільшити її ефективність, що дасть змогу зменшити економічні витрати.

Модернізація енергетичних турбін впливає на збільшення їх ефективності та ресурсу. Економічна вигода від модернізації визначається періодом окупності інвестицій. Витрати на дослідження, впровадження нових технологій та заміну компонентів необхідно порівнювати з економічним ефектом, це дозволить визначити раціональність модернізації.

На етапі утилізації потрібно розглядати можливість реалізації компонентів енергетичних турбін з залишковим ресурсом для повторного використання. У разі неможливості, як реалізацію вторинної сировини.

Таким чином, багатопараметрична оптимізація з урахуванням економічних аспектів на всіх етапах життєвого циклу енергетичних турбін дозволить значно знизити економічне навантаження та матиме позитивний вплив на кінцеву вартість електричної енергії і стабільність роботи енергетичної системи України.

СОЛЕНОЇД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗРАЗКІВ ВТНП

Чичибаба І.О.[1], Руденко М.З.[1], Біляєв Є.Ю.[2]
[1]***Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків***
[2]***«Фізико-технічний інститут низьких температур», м. Харків***

Для дослідження магнітних параметрів ВТНП зразків $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ був виготовлений соленоїд, що працює при температурі рідкого азоту. Характеристики соленоїда: R(293К) = 126,4 Ом; R(77К) = 18 Ом; зовнішній діаметр – 0,11 м; внутрішній діаметр – 0,06 м; кількість витків – 7300; висота – 0,16 м; діаметр дроту – 0,63 мм.

Магнітне поле всередині соленоїда створюється напругою трикутної форми, симетричною щодо нуля, з періодом T = 20 с.

Напруженість магнітного поля в середині соленоїда: $H = 40555*I$ (А/м), де I – струм соленоїда.

При максимальній амплітуді струму перемагнічування $I_{макс}$ = 4,2 А напруженість поля складає H = 170 кА/м.

Оцінимо масу азоту, що випаровується за один період перемагнічування. Розрахунок проведемо для наступних даних: $U_{макс}$ = 76 В, R(77К) = 18 Ом, Т = 20с. Скористаємося формулою, яка пов'язує енергію, напругу та опір:

$$E = \int_0^T \frac{U^2(t)}{R} dt$$

Розрахуємо енергію, що виділяється в обмотці за одну чверть періоду. Для інтервалу часу [0–Т/4] справедливо:

$$U(t) = 15,2 * t$$

Тоді повна енергія за весь період:

$$E = 4 * \int_0^{T/4} \frac{U^2(t)}{R} dt = \frac{4}{R} * \int_0^5 (15,2 * t)^2 dt = 2139 Дж$$

З іншого боку:

$$E = m * r,$$

де m – маса випаровуваного азоту, г;

r = 199 Дж/г – питома теплота випаровування азоту.

Звідси маса азоту:

$$m = \frac{E}{r} = \frac{2300}{199} = 11,2 г$$

Тобто витрата азоту за період перемагнічування становить менше 1 % від повної маси азоту, що заливається в кріостат (1,5 літра).

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ НАКОПИЧУВАЧІВ ЕНЕРГІЇ В ЕНЕРГОСИСТЕМАХ НА БАЗІ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

Чорна Н.А.
Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України, м. Харків

У світі активно ведеться співпраця щодо зменшення викидів парникових газів з метою подолання нагальної екологічної кризи. Це пов'язано з тим, що запаси викопного палива поступово вичерпуються, а концентрація вуглекислого газу в атмосфері досягла критичного рівня. Основним джерелом збільшення викидів парникових газів залишається масове використання традиційної енергії на основі викопного палива.

Застосування накопичувачів енергії (Energy Storage Systems, ESS) є критично важливим для розвитку енергосистем, що базуються на відновлюваних джерелах енергії (ВДЕ), таких як сонячна енергетика.

У такий системі сонячна електростанція виробляє електроенергію, використовуючи енергію сонячного випромінювання. Основна особливість такої конфігурації це наявність накопичувача енергії, який забезпечує можливість зберігання надлишкової електроенергії для подальшого використання.

У світлий час доби сонячні панелі генерують електроенергію. Частина її одразу використовується для живлення споживачів. Надлишкова електроенергія акумулюється у накопичувачах енергії (наприклад, у літій-іонних батареях, акумуляторах на основі свинцево-кислотної технології чи сучасних твердотільних накопичувачах). У темний час доби або під час несприятливих погодних умов енергія з накопичувача подається в мережу для безперебійного живлення споживачів.

Перевагами такої системи є:

- енергетична автономність, оскільки немає потреби у підключенні до централізованої електромережі;
- екологічність, так як система не створює шкідливих викидів під час експлуатації;
- оптимізація споживання, тобто можливість накопичення енергії у періоди її надлишку та використання у періоди дефіциту.

Така система підходить для забезпечення електроенергією віддалених житлових будинків, де підключення до централізованої електромережі є економічно недоцільним або технічно складним. Завдяки використанню сонячної енергії та накопичувача, мешканці отримують стабільне та безперебійне енергопостачання, що робить їх незалежними від зовнішніх джерел енергії. Крім того, автономна енергосистема сприяє зниженню експлуатаційних витрат і мінімізації впливу на навколишнє середовище.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ В СПОРУДАХ ЗАХИЩЕНОГО ҐРУНТУ

Чупріна Л.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Питання створення оптимальних умов для вирощування сільськогосподарських культур у спорудах захищеного ґрунту є одним із пріоритетних напрямів розвитку сучасного агропромислового комплексу України. Забезпечення стабільних параметрів мікроклімату, таких як температура, вологість і рівень освітленості, дозволяє підвищити врожайність рослин, скоротити витрати на енергоресурс та зменшити вплив зовнішніх кліматичних факторів. Сучасні системи автоматизованого контролю мікроклімату в теплицях є ефективним рішенням для економії енергії та підвищення екологічності виробництва. Завдяки інтеграції з енергозберігаючими технологіями, такими як теплові завіси та рекуперація тепла, ці системи залишаються доцільною альтернативою традиційним методам опалення та вентиляції.

Системи забезпечення мікроклімату в спорудах захищеного ґрунту базуються на комплексному підході до регулювання температури, вологості та циркуляції повітря. Для точного вимірювання температури в різних зонах теплиці застосовуються цифрові термометри з похибкою не більше 0,1°С, які встановлюються на рівнях рослинного покриву. Вологість повітря контролюється за допомогою гігрометрів, які працюють разом з ультразвуковими зволожувачами. Для оцінки інтенсивності фотосинтетично активного випромінювання застосовуються спеціальні датчики освітленості, які дозволяють регулювати роботу фітолампи в залежності від потреб рослин.

Програмно-математичне забезпечення системи «МікроКлімат» адаптовано для обробки даних різних датчиків і автоматичного регулювання параметрів. Наприклад, якщо температура в теплиці перевищує оптимальну, система активує вентиляційні клапани для збільшення подачі свіжого повітря. Для оцінки швидкості руху повітря в зоні вирощування використовується анемометр із чутливістю 0,1 м/с, що дозволяє уникнути протягу, який може зашкодити рослинам. При зниженні температури нижче 15°С автоматично вмикається система обігріву, яка працює на основі інфрачервоних нагрівачів із ККД до 95%. Система забезпечує відображення всіх параметрів у реальному часі: на екрані комп'ютера оператор бачить графіки температури, вологості та рівня CO_2, а також споживання електроенергії системою обігріву та вентиляції. У спеціальному вікні відображається прогнозований рівень фотосинтетичної активності рослин, що розраховується на основі даних про освітленість і температуру.

Використання системи «МікроКлімат» дає можливість ефективно забезпечувати параметри мікроклімату в спорудах захищеного ґрунту, підвищуючи врожайність культур і знижуючи енергетичні витрати. Завдяки автоматизованому контролю та системі діагностики сприяє створенню стабільних умов для вирощування рослин протягом усього року.

ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПЛІВКОВОГО ОХОЛОДЖЕННЯ РОБОЧОЇ ЛОПАТКИ ТВТ У 2D ПОСТАНОВЦІ

Шевчук О.В.[1] , Тарасов О.І.[2]

[1]***АТ «Івченко-Прогрес», м. Запоріжжя***

[2] ***Національний Технічний Університет «Харківський Політехнічний Інститут», м. Харків***

При проектуванні систем охолодження деталей турбіни авіаційного ГТД використовують сучасні 3D CFD методи розрахунку. Але використання повної тривимірної CFD моделі є дорогокоштуючим і затратним по часу, а також потребує наявної геометрії піддослідної деталі. На ранніх стадіях (концептуальний або ескізний проекти) є сенс проводити десятки розрахунків на спрощених моделях без суттєвої втрати точності. Це можливо зробити за допомогою 2D CHT (Conjugate Heat Transfer) задач.

В роботі представлені сполучені гідравлічний і тепловий розрахунки лопатки турбіни високого тиску у програмі THA (Thermal Hydraulic Analysis). Теплова модель включає 5 поясів лопатки товщиною 10 мм кожен. На кожному поясі по введеним газодинамічним параметрам потоку і геометрії перерізу розраховувались зовнішні коефіцієнти тепловіддачі зі сторони газу на 6 ділянках (вхідна крайка, корито, вихідна крайка зі сторони корита, спинка і 2 ділянки біля вихідної крайки на спинці). Ці базові коефіцієнти тепловіддачі є одночасно вхідними даними для розрахунку плівкового охолодження. Плівкове охолодження розраховувалось окремо для корита лопатки і для спинки лопатки на кожному окремому поясі. Параметр вдування m визначався по швидкості потоку в отворі, що береться з гідравлічної моделі і швидкості газу біля стінки лопатки, що вираховується за допомогою завдання статичного тиску (або безрозмірної швидкості) біля стінок.

Сполучені розрахунки представлені для трьох варіантів лопатки: базовим і двома варіантами модернізації, перший з яких полягає у введенні в конструкцію ряду циліндричних отворів, а другий – ряду профільованих отворів з відношенням площин виходу до входу рівним 2. Отвори розташовані переважно в середньому поясі лопатки, що має мінімальний запас міцності.

Представлений аналіз факторів, що впливають на розрахунок теплового стану лопатки, таких як коефіцієнти витрати в каналах плівкового охолодження, коефіцієнти тепловіддачі зі сторони газу, ефективність плівкового охолодження і ефективність теплозахисного покриття, взаємозв'язок між поясами теплової моделі.

РОЗРАХУНКОВЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕЧІЇ В РЕГУЛЬОВАНОМУ ДИФУЗОРІ В ШИРОКОМУ ДІАПАЗОНІ ЧИСЕЛ МАХА

Юдін Ю.О., Суботович В.П., Лапузін О.В., Юдін О.Ю., Малимон І.І.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Для вивчення процесів, що відбуваються в елементах турбомашин, використовуються аеродинамічні труби з прямими або кільцевими решітками, на виході з яких іноді встановлюються дифузори. Дифузори дозволяють знизити тиск за решіткою і при тих же параметрах на вході отримати більшу швидкість потоку на виході з решітки. Але є проблеми оптимізації течії при великому закрученні потоку на вході в дифузор з урахуванням до і надзвукових течій. На кафедрі турбінобудування НТУ «ХПІ» вперше була розроблена робоча ділянка аеродинамічної труби для експериментальних досліджень кільцевих соплових решіток з осерадіальним дифузором, у якого задня стінка мала можливість переміщатися в осьовому напрямку.

Завдання розрахункового дослідження полягало в аналізі характеристик течії у осерадіальному дифузорі з рухомою задньою стінкою в широкому діапазоні режимів роботи.

Проведено розрахункові дослідження чотирьох варіантів комп'ютерних моделей осесиметричного дифузора. Як і в експериментах, варіанти відрізнялися відстанню L від передньої до задньої стінки радіальної частини дифузора: L = 8 мм, 10 мм, 12,5 мм, 18 мм. Використана модель турбулентності Спаларт-Альмараса (SA), яка вже застосовувалась в розрахунках дифузорів і показала добру кореляцію з експериментальними даними для безвідривних, передвідривних і відривних дифузорів. Розрахунки виконувалися в діапазоні чисел Маха 0,55-1,35.

У порівнянні з експериментами розрахунки дозволили визначити не тільки коефіцієнти повних втрат, але і його складові: коефіцієнти внутрішніх втрат і втрат з вихідною швидкістю. Визначено, що основну частину в повних втратах є коефіцієнт внутрішніх втрат, який значно перевищує коефіцієнт втрат з вихідною швидкістю. Різниця в цих коефіцієнтах втрат збільшувалася зі збільшенням розміру L в 2,5-3 рази на дозвукових режимах і в 3-4,5 рази в надзвукових режимах. Показано, що, як і в експерименті, канал чутливий до положення задньої стінки дифузора при зміні режиму роботи. При L = 8 мм потік в каналі запирається при числі Маха M = 0,94. При збільшенні розміру L до 10 мм режим запирання каналу відбувається при числі Маха M = 1,24. При положеннях стінки L більше 12,5 мм запирання каналу в досліджуваному діапазоні тисків не спостерігалося. Визначені оптимальні положення задньої стінки дифузора для кожного з досліджуваних режимів роботи.

Нові результати розрахункових досліджень дифузора, що регулюється, дозволять заощадити час на дорогі експерименти з кільцевими сопловими решітками при високих числах Маха і, крім того, економити електроенергію за рахунок використання компресорів меншої потужності.

СЕКЦІЯ 1
ЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОНІКА ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА

1.2 ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНЕ ТА ЕЛЕКТРИЧНЕ ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ

ВИЗНАЧЕННЯ РОЛІ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ В ЗАГАЛЬНІЙ СТРУКТУРІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ

Абрамов С. А., Шевченко В. В.

НТУ «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сонячна енергетика – один із найперспективніших напрямів відновлюваної енергетики в світі. В її основі лежить перетворення сонячного випромінювання в електричну енергію за допомогою фотоелектричних елементів – використання явища фотовольтаіки. Історія фотовольтаїки починається ще з 1839 року, коли на засіданні Французької академії наук Олександр Е. Беккерель доповів, що струм між металевими електродами, зануреними в рідину, змінюється в залежності від інтенсивності освітлення. Натепер відомі різні фотоелектричні явища – електричні явища, що виникають у речовині під впливом електромагнітного випромінювання. Це фотогальванічний ефект, фото-п'єзоелектричний ефект, ефект Дембера; фотопровідність – зміна електричної провідності під дією змінного випромінювання; фото-діелектричний ефект; фотоелектронна емісія. Відповідно, фотоелектричні явища використовують в різних галузях, в різних пристроях: у пристроях ксерокопіювання, у детекторах оптичного випромінювання, при вивченні фізичних властивостей напівпровідникових матеріалів тощо. Але найбільш перспективним напрямком є сонячна електроенергетика, для якої найбільш перспективним є використання сонячних батарей, які безпосереднє, без проміжних етапів, перетворюють енергію сонячного випромінювання в електричний струм. Слід відмітити, що сонячна електроенергетика є єдиним джерелом вироблення електроенергії, що не потребує встановлення електрогенератора, на відміну від інших джерел (ТЕС, АЕС, ГЕС та ГАЕС). Безперечно, АЕС та ТЕС є базовими потужностями, основою електроенергетики України. Але свою зону використання мають і відновлюваний джерела енергії (ВДЕ): вітер і сонце, рис. 1. В довоєнні часи планувалось значне зростання вкладу станцій на ВДЕ, хоча натепер в Європі можна побачити деякий спад розширення площ сонячних панелей та вітростанцій. Переваги сонячної електроенергетики відомі: екологічність, декарбонізація виробництва електроенергії, незалежність від викопного палива, достатня довговічність, низькі експлуатаційні витрати тощо. Але для України, де об'єкти електроенергетики знаходиться під обстрілами, слід додати переваги розподіленої генерації, децентралізації вироблення електроенергії. Це можна вважати вкладом в захист національної електроенергетики від ворога, в енергетичну безпеку країни. Недоліки сонячної електроенергетики відомі: залежність від погоди, від часу дня; потреба у значних земельних ресурсах; висока початкова вартість електрообладнання; необхідність систем зберігання електроенергії; проблема утилізація сонячних панелей. Але продовження дослідження сонячних джерел енергії необхідно. Наприклад, перспективним напрямком вважаємо створення фотоелементів на основі нано-антен, які працюють на безпосередньому випрямленні струмів, що наводяться в антені малих розмірів (близько 200-300 нм) в оптичному діапазоні довжин хвиль.



Рисунок 1 – Комбінована вітро-сонячна електростанція

ВИБІР НАКОПИЧУВАЧА ЕНЕРГІЇ ДЛЯ ГІБРИДНИХ PLUG-IN СИСТЕМ ТЯГОВОГО РУХОМОГО СКЛАДУ

Антоненко Р.М., Маслій А.С., Буряковський С.Г., Геврасьов В.А.
Український державний університет залізничного транспорту, м. Харків

Використання накопичувачів енергії на рухомому складі та стаціонарних об'єктах залізниць [1] є одним з перспективних напрямів підвищення ефективності споживання енергії, яке може зменшити експлуатаційні витрати РС та покращити його тягові характеристики.

Основними видами накопичувачів енергії, які застосовуються на залізницях світу є: електрохімічні батарейні системи зберігання енергії (BESS), електричні (суперконденсатори) (EDLC) та інерційні системи зберігання енергії (FESS) [1].

Вибір типу накопичувача енергії для гібридних plug-in тягових системи, є задачею з багатьма критеріями та широким спектром вхідних параметрів.

Їх можна розділити на дві великі групи: перша група – основні та додаткові параметри, які встановлюються до тягової системи, друга група – загальні і специфічні параметри, які характерні для різних типів накопичувачів енергії.

Разом з цим повинні бути застосовані обмеження в роботі рухомого складу такі як максимальна сила тяги, що корелюється коефіцієнтом зчеплення, допустима швидкість та допустимі масо-габаритні показники.

Накопичувачі енергії в свою чергу мають великий набір різних параметрів [2], вплив яких на результати вибору може змінюватись в залежності від встановлених критеріїв, особливо якщо є специфічні вимоги.

Для полегшення задачі по вибору типу накопичувача енергії пропонується розділити її на декілька ітерацій:

- визначення параметрів, які притаманні для більшості накопичувачів енергії;
- первинний вибір одного або декількох накопичувачів енергії на відповідність базових параметрів узагальненим вимогам до гібридних plug-in тягових систем;
- визначення впливу специфічних параметрів на обмеження застосування накопичувачів енергії.
- кінцевий вибір накопичувача енергії у відповідності до основних та додаткових параметрів з урахуванням рекомендацій алгоритму оптимізації руху поїзда та накладених обмежень.

Література:

1. Domínguez M., Fernández-Cardador A., Fernández-Rodríguez A. та ін. Review on the use of energy storage systems in railway applications // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2025. Vol. 207. Art. no. 114904. DOI: 10.1016/j.rser.2024.114904.

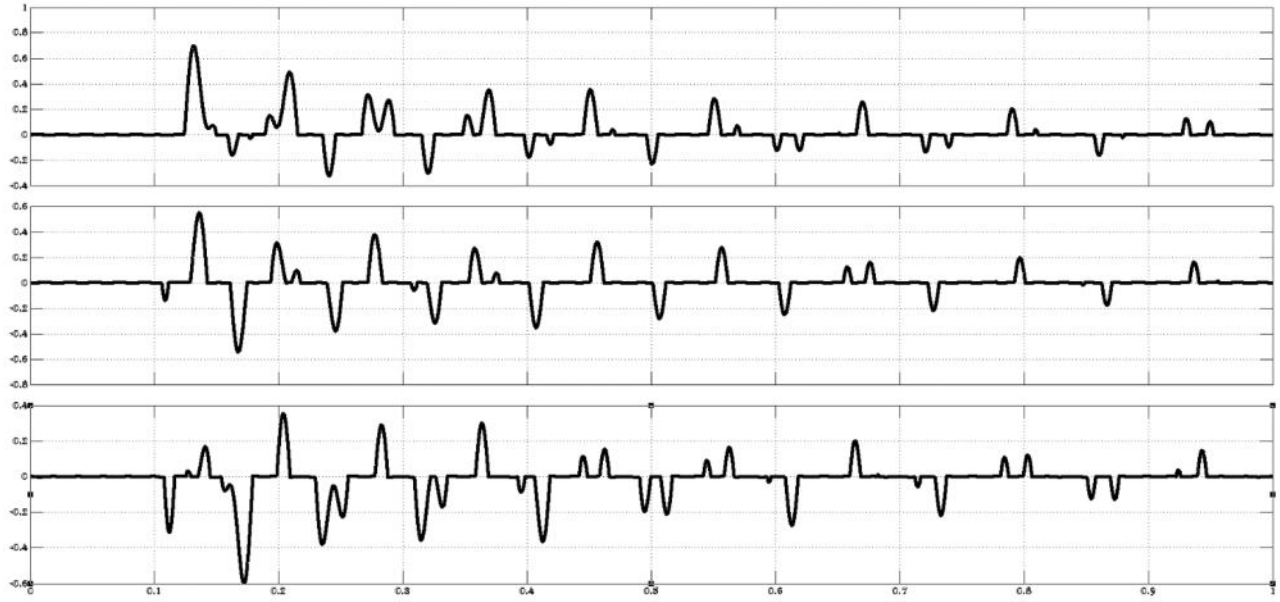
2. Liu X., Li K. Energy storage devices in electrified railway systems: A review // Transportation Safety and Environment. 2020. Vol. 2, No. 3. P. 1 183–201. DOI: 10.1093/tse/tdaa016

МОДЕЛЮВАННЯ ФЕРОРЕЗОНАНСНОГО ЯВИЩА В МЕРЕЖІ СЕРЕДНЬОЇ НАПРУГИ С ІЗОЛЬОВАНОЮ НЕЙТРАЛЬЮ

Байда Є. І.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Для обліку електричної енергії та вимірювання напруги широко застосовуються трансформатори напруги. Це може бути один трифазний трансформатор або три однофазних трансформатора, первинні обмотки яких ввімкнені по схемі «зірка» с заземленою нульовою точкою. Особливістю роботи таких трансформаторів є те, що вони фактично працюють в режимі близькому до холостого ходу. Тому струм первинної обмотки в номінальному режимі визначається втратами холостого хода і по заводським випробуванням дорівнює значень (20..30) мА. Одним з аварійних режимів роботи таких трансформаторів в мережах з ізольованою нейтралью є виникнення такого явища як феррорезонанс (який пов'язаний з наявністю ємностями між фазами та ємностями фазних провідників відносно землі) і який може виникнути в мережі при однофазному короткому замиканні фазного провідника на землю. В цьому випадку струм первинної обмотки трансформаторів зростає в декілька десятків разів. Причому, в силу своєї специфіки, високовольтні запобіжники не завжди в змозі захистити трансформатор і як результат – вихід трансформатора напруги з ладу. Для дослідження роботи трансформаторів напруги в таких аварійних режимах була розроблена математична модель реальної електричної мережі 10/0,4 кВ. На рисунку показано результат моделювання короткочасного (0,1 с) однофазного замикання на землю. Як видно з розрахунків, піки струму дорівнюють значення 0,7 А, що в 35 разів перевищує струм в номінальному



режимі. Запобігти цьому явищу можна двома основними способами: змінити схему підключення нейтралі; зменшити до мінімуму час перехідного процесу за рахунок введення в ланцюг первинної обмотки трансформатора опору, або змінного опору, який буде змінюватися в залежності від струму первинної обмотки.

ELECTROMECHANICAL PROCESSES IN INDUCTION-TYPE MAGNETIC LEVITATION

Bolyukh V.F.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

Magnetic levitation allows for qualitative improvements to existing technologies and finds applications in transportation, aerospace, chemical, biomedical engineering, and other fields of science and technology.

Electromechanical processes in one-dimensional magnetic levitation of the induction type are considered, in which a fixed inductor is connected to a high-frequency voltage source, and a coaxially mounted conductive armature can move along only one spatial coordinate. A mathematical model of levitation is considered, in which the armature moves strictly vertically relative to a fixed inductor. To describe the processes of magnetic levitation, we use electrical circuits with lumped parameters of the inductor and armature. To take into account the interconnected electrical, magnetic, mechanical and thermal processes, the solutions of the equations describing the mentioned processes are presented in a recurrent form [1, 2].

Using a mathematical model describing induction-type magnetic levitation, the influence of the frequency of the alternating current source and the parameters of a multi-turn short-circuited armature on the electromechanical processes that occur during start-up was established. It was shown that due to the phase delay of the induced armature current with respect to the inductor current, at certain moments of their period, both a lifting and downward electrodynamic force acting on the armature arise. The total force acting on the armature, due to the electrodynamic component, is of alternating sign, which causes pulsations in its speed. When magnetic levitation is started, an oscillatory electromechanical process arises, which is established after 1 s. The results of experimental studies on the levitation of an aluminum disk with an attached load with an accuracy of up to 10% coincided with the calculated results obtained using the proposed mathematical model. The proposed magnetic levitation can be used in high-precision ballistic gravimeters, in the vacuum chamber of which the optical angular reflector of the measuring system of the Michelson laser interferometer moves freely in the Earth's gravitational field, it can reduce autoseismic oscillations [3].

Literature:

1. Bolyukh V.F., Shchukin I.S. Influence of an excitation source on the power indicators of a linear pulse electromechanical converter of induction type. *Technical electrodynamics*, 2021, no. 3, pp. 28-36. DOI: https://doi.org/10.15407/techned2021.03.028.

2. Bolyukh V.F., Katkov I.I. Influence of the Form of Pulse of Excitation on the Speed and Power Parameters of the Linear Pulse Electromechanical Converter of the Induction Type. *Proceedings ASME*. Salt Lake City, Utah, USA, 2019, vol. 2B, no: IMECE2019-10388, V02BT02A047. DOI: https://doi.org/10.1115/IMECE2019-10388.

3. Bolyukh V., Vinnichenko O., Neyezhmakov P. et al. Reduction of autoseismic oscillations of the ballistic laser gravimeter on account of the excitation of the induction-dynamic catapult by a pulse packet. *Ukrainian Metrological Journal*, 2020, no. 3, pp. 3-11. DOI:10.24027/2306-7039.3.2020.216765.

PARAMETERS OF A CONSTANT MAGNETIC FIELD SOURCE FOR A PORTABLE ELECTROMAGNETIC-ACOUSTIC TRANSDUCER

Bolyukh V.F., Suchkov G.M., Mygushchenko R.P., Kalnytskyi M.E.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

Permanent magnetic field sources (PMFS), which are designed to magnetize ferromagnetic objects located at a considerable distance (up to 20 - 50 mm), are used in various fields of science and technology. Thus, electromagnetic-acoustic transducers (EMAT) are used to control and diagnose ferromagnetic products with dielectric coatings or deposits on the surfaces.

The thickness of the coatings of the controlled products can reach up to 5 mm, and deposits, for example, on the inner surfaces of pipelines, up to 20 mm and more. The efficiency of these converters depends on the degree of magnetization of the surface layer of the object remote from the PMFS [1, 2]. An autonomous PMFS as part of a portable EMAT is considered, which consists of a permanent magnet 1, a ferromagnetic screen 2, a ferromagnetic control object 3 and an inductance coil 4 (Fig. 1). The calculation limit of the scattering field 5 and the central axis of the magnetic system 6 are shown.

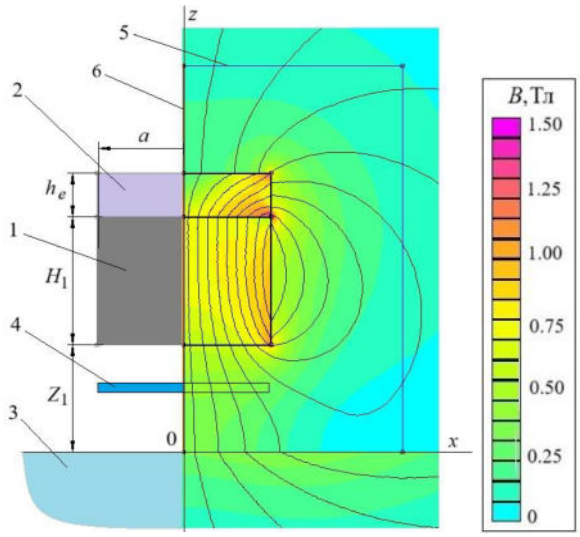


Fig. 1. Scheme of an autonomous PMFS as part of a portable EMAT and magnetic field distribution

It was established that for the selection of rational parameters of an autonomous PMFS it is necessary to use an integral criterion that takes into account the magnetic field in the surface layer of the ferromagnetic control object, the scattering magnetic field, the volume of the permanent magnet, which determines the mass and dimensions, and the cost of the PMFS, as well as the force of attraction to the control object. The results of experimental studies on a sample of an autonomous source, which contained 6 sections of a permanent magnet made of *NeFeB* ceramics with dimensions of 50x50x10 mm^3, with an error of up to 9% correspond to the results of the calculation of the magnetic field on the surface of a ferromagnetic sample with a thickness of 40 mm.

Literature:

1. Suchkov G.M., Bolyukh V.F., Kocherga A.I. et al. Increasing the efficiency of the surface-mounted ultrasonic electromagnetic-acoustic transducer on account of the magnetic field source. *Technical electrodynamics*, 2023, no. 2, pp. 3-8. https://doi.org/10.15407/techned2023.02.003.

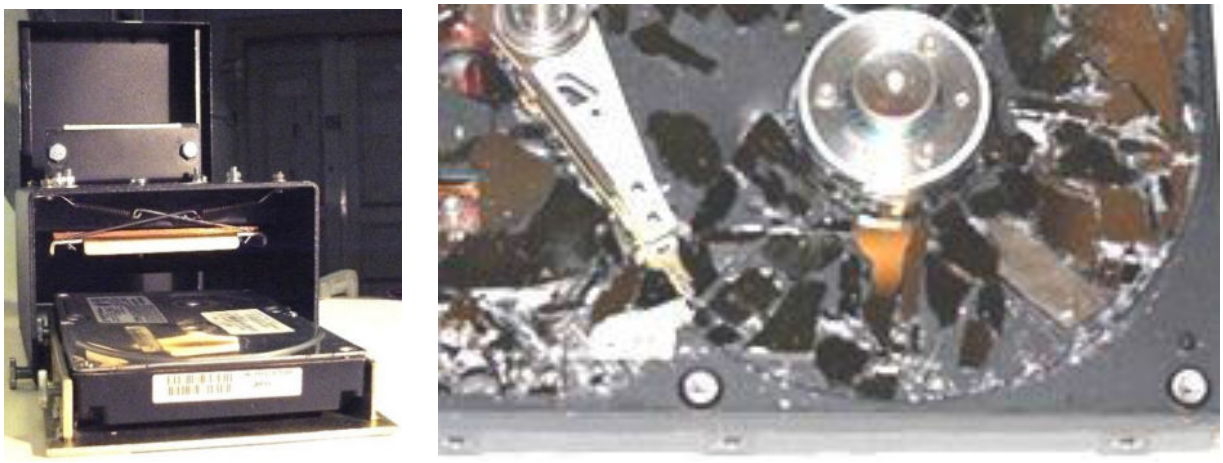
2. Mygushchenko R.P., Suchkov G.M., Petrishchev O.N. et al. Information-measuring electromechanical transducers for assessing the surface quality of ferromagnetic metal products using ultrasonic Rayleigh waves. *Technical electrodynamics*, 2017, no. 2, pp. 70 – 76. https://doi.org/10.15407/techned2017.02.070.

ELECTROMECHANICAL DEVICE FOR DESTROYING INFORMATION ON HARD MAGNETIC DISKS

Bolyukh V.F., Shchukin I.S.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

Digital storage devices are subject to requirements for information protection, especially in case of unauthorized access. Hard magnetic disks, USB-Flash drives, SSD drives, etc. are used as digital storage devices. The most effective way to preserve information in case of unauthorized access by third parties or when its guaranteed destruction is necessary is considered to be methods in which the digital storage device is destroyed or irreversibly damaged [1]. Mechanical destruction is one of the most common ways to destroy information on digital storage devices, making it completely unsuitable for information recovery. This method is not only effective, but also cost-effective, because it does not require special devices or software.

Fig. 1a shows a device for destroying information on a hard disk drive located in the computer system unit [2]. The electrically conductive armature can have either a round shape, which corresponds to the shape of the inductor winding, or a rectangular shape, which is more convenient in the design of the device. It was found that the breakdown of a standard hard disk drive with a striker occurs after a single blow. In the case of breaking a hard disk drive with a particularly strong body, the device excites a series of pulses to penetrate the striker to a given depth. Hard disk drives can be made of aluminum alloy or glass (models from Hitachi, Fujitsu). Disks made of glass were crushed into fragments during tests (Fig. 1b).



a b

Fig. 1. General view of the device for destroying information on a hard disk drive with a rectangular anchor (a) and a destroyed hard disk drive with glass disks (b)

Literature:

1. Guaranteed destruction of information. URL: https://forensictools.com.ua/garantovane-znisshennya-informaciyi/ (дата звернення: 02.04.2025).

2. Bolyukh V.F., Shchukin I.S. Highly efficient pulse electromechanical and electromagnetic devices for destroying information on digital storage devices. *Electrical Engineering & Electromechanics*, 2015, no. pp. 36-46. https://doi.org/10.20998/2074-272X.2015.5.05.

UNIVERSAL BALLISTIC LASER GRAVIMETER WITH ELECTROMECHANICAL CATAPULT OF INDUCTION-DYNAMIC TYPE

Bolyukh[1] V.F., Vinnichenko[2] A.I.

[1]National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

[2] National Scientific Center "Institute of Metrology", Kharkiv

When conducting fundamental research in geophysics, geology, astronomy, metrology and other branches of science and technology, it is necessary to know the value of the acceleration of gravity g with an error of less than $(10^{-8}–10^{-9})g$. For high-precision measurements of g, ballistic laser gravimeters are used, in the vacuum chamber of which an optical angular reflector (OAR) moves freely under the action of the Earth's gravitational field. It is an active element of the measuring system of the Michelson laser interferometer. The most widely used ballistic laser gravimeters measure g using asymmetric or symmetric methods. In gravimeters with a symmetric method of measuring g, the OAR is thrown vertically upward by a catapult and then falls downwards, and in gravimeters with an asymmetric method of measuring g, only a vertical fall of the OAR is carried out. In Ukraine, the highest accuracy in determining the absolute value of g is achieved on the DETU02-02-96 ballistic gravimeter, which implements a symmetric measurement method. This gravimeter is the primary standard of the unit of acceleration of gravity and is stored at the National Scientific Center "Institute of Metrology", Kharkov.

To improve the primary standard, a concept of a universal gravimeter is proposed, which simultaneously implements both symmetric and asymmetric methods of measuring g, which eliminates the shortcomings of each method and expands the functionality of the gravimeter. The gravimeter contains a laser-optical system OAR, a vacuum chamber, on the upper wall of which an optical window is located, and on the lower wall on dampers there is a massive force plate. Inside the vacuum chamber there is an electromechanical catapult of the induction-dynamic type, which contains an inductor installed on the plate and an electrically conductive anchor providing vertical movement of the OAR. Since the symmetric method of measuring g causes autoseismic vibrations of the foundation, the excitation of the catapult inductor is carried out either by a series of successive small pulses or by alternating current of high frequency [1, 2]. As a result of modeling electromechanical processes, it was shown that due to the reduction in the amplitudes of the pulses of electrodynamic forces between the inductor and the conductive anchor with a simultaneous increase in the time of their action, the autoseismic component of uncertainty is reduced by 3-5 times compared to excitation by a single short pulse from a polar capacitor.

Literature:

1. Bolyukh V., Vinnichenko O., Neyezhmakov P. et al. Reduction of auto seismic oscillations of the ballistic laser gravimeter on account of the excitation of the induction-dynamic catapult by a pulse packet. *Ukrainian Metrological Journal*, 2020, no. 3, pp. 3-11. DOI: 10.24027/2306-7039.3.2020.216765.

2. Bolyukh V., Vinnichenko A., Omelchenko A. Reduction of the auto seismic component of error of a ballistic laser gravimeter by excitation of an induction-dynamic catapult from an AC voltage source./ *Ukrainian Metrological Journal*, 2021, no. 4, pp. 20-27. DOI:10.24027/2306-7039.4.2021.250401.

ЗАСТОСУВАННЯ ГІБРИДНИХ ТЯГОВИХ СИСТЕМ НА РУХОМОМУ СКЛАДІ ЗАЛІЗНИЦЬ

Буряковський С.Г., Нещерет В.О., Овер'янова Л.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Низка енергетичних проблем, а також проблеми навколишнього середовища, такі як забруднення атмосфери через шкідливі викиди і глобальне потепління через викиди вуглекислого газу, викликають велике занепокоєння. Для вирішення енергетичних та екологічних питань в залізничній галузі застосовується скорочення споживання енергоносіїв, підвищення енергоефективності обладнання та рекуперативне гальмування. Однак, що стосується дизельного рухомого складу, рекуперативне гальмування можливе при застосуванні гібридного тягового приводу, яка дозволяє зменшити споживання палива, одночасно скорочуючи шкідливі викиди.

На сьогодення існує низка дизельних рейкових транспортних засобів з гібридним тяговим приводом, які активно експлуатуються (Ki-Ha E200, HB 300), та створені у якості тестових моделей (V-train 2, BR 642 Hybrid, LIREX Experimental, HC85).

Так, для рейкового автобуса Ki-Ha E200 [1] реалізована серійна гібридна тягова система, що поєднує дизельний двигун і літій-іонні батареї ємністю 15,2 кВт·год, які застосовані для зниження забруднення навколишнього середовища, покращення характеристик транспортного засобу та скорочення робіт з технічного обслуговування. Застосування гідридної енергетичної установки дало змогу скоротити витрати палива на 10%.

Для тестових дизель-електричних багатовагонних поїздів серії HC85 [2] було впроваджено гібридну тягову система з акумуляторною батареєю ємністю 40 кВт·год. Акумулятори заряджаються під час рекуперативного гальмування. У режимі максимального навантаження енергія споживається від дизель-генератора і накопичувача. Під час стоянки дизель-генератор може бути відключений, і живлення споживачів енергії здійснюється від накопичувача, що сприяє зниженню шуму і викидів. Це покращує ефективність використання палива на 15%.

Забезпечення необхідної продуктивності гібридної тягової системи досягається керуванням потоків енергії між компонентами системи шляхом контролю та управляння потужності дизельного двигуна та потужності акумуляторної батареї відповідно до умов роботи.

Література

1. Tokuyama,K., et al.: Practical application of a hybrid drive system for reducing environmental load,vol. 57, pp. 23–27.HitachiLtd. https://www.hitachi.com/rev/pdf/2008/r2008_01_003.pdf.(2008)

2. https://www.global.toshiba/content/dam/toshiba/ww/technology/corporate/review/2021/toshiba-review-science-and-technology-highlights-2021/2104.pdf

MICROSTRUCTURAL ANALYSIS AND 3D MODELING OF POROUS COPPER FOR HIGH-CURRENT CONTACTS

Hablovska N.Y., Pavlenko T.P., Hablovskyi B.B., Kononenko M.A.

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk

This research focuses on developing and characterizing a porous copper matrix designed for high-performance electrical contact applications. Samples were fabricated with the addition of a pore-forming agent in the range of 10–35 wt.%, followed by sintering to remove the agent. The methodology included density measurement, Vickers microhardness testing, and porosity evaluation using X-ray computed tomography and optical microscopy [1].

It was found that pressing pressure in the range of 3–5 t/cm² provides the most stable density values before and after sintering, indicating effective compaction and a predictable porous structure. Vickers microhardness values reached 160–170 HV at a pre-sintering density of 4.5–5.0 g/cm³. The decrease in density after sintering confirms the formation of pores, with hardness values correlating with pore volume.

X-ray tomography enabled three-dimensional analysis of pore distribution, size, and shape. The average pore volume was 0.00328 mm³, with mostly irregular shapes (average sphericity = 0.528). Statistical correlations were established between pore geometry (diameter, surface area, volume) and shape descriptors (sphericity, compactness) [2].

The results confirm the suitability of the developed material as a porous matrix for infiltration with low-melting alloys. Such materials have high potential for use in high-current arc-free switching devices, where thermal conductivity, structural stability, and low contact resistance are essential.

Literature:

1. Nadiia Hablovska, Tetiana Pavlenko, Grzegorz Matula, Dariusz Lukowiec, Anna Kloc-Ptaszna, Łukasz Krzemiński. Badania porowatości miedzi zastosowanej jako osnowa dla elektroprzewodzącego kompozytu przeznaczonego na styki wyłączników wysokoamperowych z komutacją bezłukową // Perspektywy rozwoju w naukach inżynieryjno-technicznych – trendy, innowacje i wyzwania. Tom2. Wydawnictwo Naukowe TYGIEL sp. z o.o., Lublin, 2024. C. 74-82. ISBN 978-83-67881-54-8

2. Hablovska, N., Pavlenko, T., Kloc-Ptaszna, A., Krzemiński, Ł., Matula, G., Łukowiec, D., Kononenko, M., Hablovskyi, B. (2024). Synthesis of components for composite material of electrical contacts with unique properties for high-current electrical apparatus with arc-free switching. Physics and Chemistry of Solid State, 25(4), 816–824. https://doi.org/10.15330/pcss.25.4.816-824

ЗАРЯДНА СТАНЦІЯ ДЛЯ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ З ДВОНАПРАВЛЕНИМ ПОТОКОМ ЕНЕРГІЇ

Глушенко О.Г., Крилов Д.С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Електромобілі стають все більш розповсюдженим транспортним засобом як у індивідуальному використанні, так і в галузі промисловості та міських перевезень. Однак суттєвим бар'єром для їхнього поширення все ще залишаються тривалий час заряджання та наявність зарядних пристроїв на території експлуатування. Режим швидкої зарядки постійним струмом великою мірою вирішує першу з них. Але необхідні для цього потужні зарядні станції (ЗС) вимагають певних мір для їхньої інтеграції в існуючу енергосистему для запобігання її перевантаження та забезпечення відповідності нормам якості вживання енергії. Особливістю заряджання акумуляторів сучасних електромобілів постійним струмом є споживання великої потужності на початковому етапі із її поступовим зменшенням по мірі підвищення рівня заряду батареї. Тому одним із перспективних рішень для зменшення та вирівнювання навантаження на мережу живлення є використання буферних акумуляторів, доданих до станції швидкої зарядки а також використання акумуляторів самих транспортних засобів для вирівнювання потоку енергії між ними та мережею. Це, в свою чергу, вимагає використання складних алгоритмів обміну інформацією між станцією, електромобілем і оператором енергосистеми, та, насамперед, використання в зарядній станції сучасних потужних перетворювачів змінної напруги на постійну, що здатні забезпечити повну електромагнітну сумісність та двонаправлений потоку енергії між мережею та навантаженням.

До таких перетворювачів відноситься схема трифазного активного керованого випрямляча – джерела напруги (АВДН), яка, за використання відповідних алгоритмів управляння ключами, здатна повною мірою задовільнити означеним вимогам. Структурна схема АВДН в складі зарядної станції зображена на рис.1.

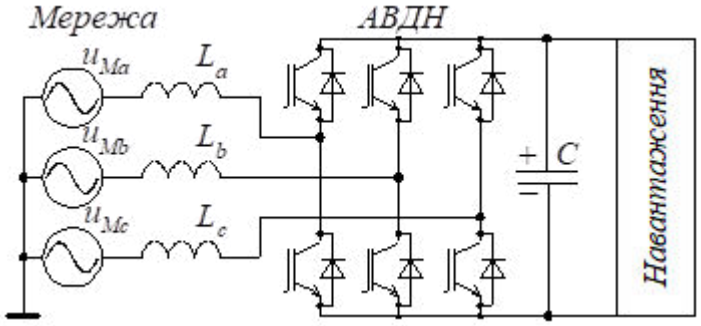


Рис. 1 – Структурна схема ЗС з АВДН

На виході такого перетворювача може стояти каскад перетворювачів постійного струму для узгодження рівнів напруги заряду підключених електромобілів, буферних акумуляторів та фото-електричних елементів, які все частіше є складовою частиною сучасної зарядної інфраструктури. АВДН дозволяє повертати в мережу енергію фотоелектричних панелей та буферних акумуляторів за відсутності електромобілів на станції та наявності високого попиту на енергію в мережі в часи її пікового споживання, зменшуючи вартість електрики для кінцевого споживача.

ЗАХИСТ ОДНОФАЗНИХ СПОЖИВАЧІВ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ВІД ПЕРЕНАПРУГ ПРИ ОБРИВІ НЕЙТРАЛЬНОГО ПРОВІДНИКА

Гойденко О.О., Середа Олександр Г., Середа Олена Г., Лелюк М.А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Проблема полягає в недостатній чутливості апаратів релейного захисту (РЗ) розподільних електромереж (РЕМ) напругою 0,4 кВ від перенапруг у однофазних споживачів при обриві *N*-провідника між споживачами. Порушенням цілісності *N*-провідника (*N*) вважається відмінність поточного (фактичного) стану РЕМ, що захищається, та очікуваного (безаварійного), коли цілісність *N*-провідника не порушена і спостерігається кутова симетрія векторної діаграми струмів трифазного кола, а саме вектори фазних струмів зрушені на 120º ел. При обриві *N*-провідника кутова симетрія векторної діаграми струмів трифазного кола суттєво порушується, що і вважається критерієм факту обриву *N*-провідника.

За відсутності вищих гармонік у фазних струмах фактична величина I_N (середньоквадратичне значення) стуму в *N* визначається лише несиметрією фазних струмів через несиметрію фазних навантажень. Очікувана величина I'_N стуму в *N* дорівнює модулю геометричної суми векторів фазних струмів, зрушених на 120º ел. Порівняння I_N та I'_N дає відповідь про наявність аварії. Якщо вони дорівнюють, все гаразд, якщо суттєво відрізняються, маємо аварійний режим.

За вищих гармонік значення I'_N є геометричною сумою значень непарних гармонік не кратних трьом та арифметичній сумі значень 3-ї гармоніки: $I_{1(a,b,c)}$, $I_{3(a,b,c)}$, $I_{5(a,b,c)}$ – середньоквадратичні значення 1-ї, 3-ї та 5-ї найбільш значущих за величиною гармонік в фазах *a*, *b*, *c*. Відтак, побудова захисту *N* потребує врахування гармонійного складу фазних струмів $i_{\mathrm{ph}(a,b,c)}(t)$, оскільки навіть в симетричному режимі в *N*-провіднику будуть підсумовуватися 3-і гармоніки.

За симетричного навантаження трифазного кола струми вищих гармонік не кратних трьом однакові, взаємно компенсуються і не створюють струм в *N*-провіднику. Отже за несиметричного навантаження достатньо виділити лише несиметричні компоненти $\Delta\vec{I}_1$ та $\Delta\vec{I}_2$, кут між яким при обриві *N*-провідника не буде 120º ел. Як і раніше, фактом обриву *N* є невідповідність I'_N і I_N.

Недолік розглянутих методів полягає в тому, що захист спрацьовує в усіх випадках, якщо зафіксовано обрив *N*. Такий підхід не є економічно оптимальним внаслідок невиправданого зниження обсягу поставок електрики. Компромісне рішення дозволяє відключати мережу коли визначено місце пошкодження, тому відключення РЕМ буде короткочасним лише для відновлення цілісності *N*.

Для побудови такого захисту використовують силову функцію $S(t)$. При порушенні кутової симетрії фазних струмів з'являються її коливання, амплітуда яких тим більша чим більша несиметрія.

Цей метод захисту *N* забезпечує спрощення алгоритму функціонування РЗ через аналіз дискретних значень тільки фазних струмів без залучення струму в *N*, а швидке відключення РЕМ здійснюється тільки в економічно обґрунтованих випадках. Метод, як і попередні не враховує виникнення кутової несиметрії векторної діаграми фазних струмів через несиметричне навантаження фаз.

МОЖЛИВОСТІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО ДИСТАНЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕНЕРГООБ'ЄКТІВ

Гончаров Є.В., Крюкова Н.В., Марков В.С., Поляков І.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В сучасному суспільстві розповсюджується розвиток комп'ютерних технологій; досягнення в галузі інформаційних та IT технологій, інформаційно-керуючих систем на базі мікропроцесорної та силової електроніки. Розвиток ринкових відносин, енергетичного маркету обумовили зростання ефективності енергоспоживання, розвиток нової інтелектуальної енергетики. Набула широкого розповсюдження концепція "розумної ефективності", яка відображає інтелектуальне ефективне використання ресурсів, виробничих процесів, а й так ціноутворення, що в цілому відповідає енергетичній концепції, відомій як "Smart Grid".

Сучасна електроенергетика вимагає формування цілісної системи керування із зростанням обсягів автоматизації та підвищення надійності всієї системи при реалізації комплексного підходу, який охоплює всіх суб'єктів електроенергетичного комплексу: генеруючих потужностей, ЛЕП, компанії постачальників та споживачів. Конкуренція енергоефективності полягає у формування інтелектуальних енергомереж.

Основні технології "інтелектуальної" електроенергетики:

WAMS -діагностика та моніторинг;

UPFC - управління енергопотоками;

FACTS, FACDS - гнучкі технології передачі на змінному струмі;

FACDS - гнучкі технології передачі на постійному струмі;

HVDC - ЛЕП постійного струму;

використання надпровідніх матеріалів.

Необхідним для розвитку та вдосконалення таких систем є відповідні цифрові контролери, чипи та мікрокомп'ютери. Кластерна мережа яких надасть повну та всеосяжну інтеграцію цифрової й енергетичної мереж.

Прикладом розвитку інтелектуальних засобів керування та обробки даних є нейрочип Neuralink, який розроблений на прикладній інтегральній схемі, щоб створити систему реєстрації з 1536 каналами. Ці системи вміщують 256 підсилюючих елементів, які можуть бути індивідуально програмовані, також в їх складі аналого-цифрові перетворювачі в межах чипа; є коло периферійного керування, щоб впорядкувати отриману аналогову інформацію, що переведена в цифрову.

ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ІНДУКЦІЙНОГО РЕАКТОРА

Гончаров Є.В., Марков В.С., Крюкова Н.В., Поляков І.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

При збільшенні потужностей промислового обладнання, створення нових енергетичних комплексів характеризується зростанням струмів перевантаження та надмірних аварійних ситуацій.

У такому разі, при переоснащенні енергосистеми, ефективний захист досягається за допомогою реактора обмеження струму.

Традиційно індукційний реактор обмеження струму (ІРОС) це є по суті обмотка з індуктивним опором. Реактор вмикають у лінії електромережі як лінійний, груповий або секційний (рис.1). При аварійному режимі ІРОС обмежує струм короткого замикання і зберігає напругу на шинах енергетичного обладнання.

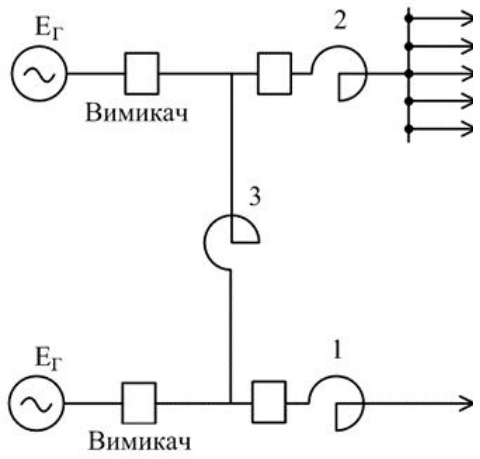


Рис.1 – Вмикання ІРОС у мережу:
1 – лінійний реактор;
2 – груповий; 3 – секційний

Котушки, з точки зору конструктивного виконання та згідно застосованих у обмотці провідників, поділяють на кабельні, дискові, стрічкові. Обмотка, відповідно до напряму намотування, може бути виконана як радіально, так й аксіально. Згідно видів ізоляції ІРОС можуть поділятися на сухі або масляні.

Номінальні параметри реактора: номінальні напруга й струм; реактивний опір; струм термічної стійкості для певного часу; струм динамічної стійкості.

Експлуатаційні параметри ІРОС враховують коефіцієнти з обмеження надструму, ударного струму, часу реагування, а також час початку реагування, тривання аварійного режиму та відновлення.

Відповідно, вплив спаду напруги традиційного реактора має бути врахований при умові збільшення й зміні значень напруги живлення або напруги в лініях електропостачання. Це також обумовлює недостатність традиційного обмежуючого реактора аварійного струму з теплими обмотками.

Традиційні реактори хоча й мають порівняно невеликий активний опір, але все одно призводять до втрат активної потужності. Тому треба враховувати, зокрема, величину номінального струму. Таким чином, виникає проблема уникнення у реакторах впливу активного опору. Для цього використовують кріогенні обмотки з надпровідникового проводу з азотним охолодженням.

ШЛЯХИ ЗМЕНШЕННЯ ПЕРЕНАПРУГ, УСУНЕННЯ РЕЗОНАНСНИХ ЯВИЩ І ВДОСКОНАЛЕННЯ ЗАХИСТУ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ СЕРЕДНЬОЇ НАПРУГИ

Гречко О.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Вступ. В мережі 6–35 кВ із ізольованою нейтраллю, яка застосовується в Україні, найчастіше виникають перенапруги і резонансні (феррорезонансні) явища, які викликані різноманітними причинами, серед яких найбільш поширеними є однофазні замикання на землю через дугу, що перемежається. Це є тригером, що запускає процес виникнення небезпечних резонансних явищ і перенапруг, що може призвести до виходу з ладу вимірювальних трансформаторів напруги (ТН) [1].

Мета. Вивчення перспективних напрямків щодо зменшення перенапруг, усунення резонансних явищ і вдосконалення захисту вимірювальних трансформаторів середньої напруги.

Заходи щодо захисту ТН від пошкоджень, пов'язаних з перенапругами і резонансними явищами.

1) Зміна режиму заземлення нейтралі мережі. Оскільки у вітчизняних мережах 6–35 кВ нейтраль, як правило, ізольована, то варіант застосування схем заземлення нейтралі через опір і/або дугогасильний реактор є перспективним, але доволі складним зі швидкої реалізації.

2) Застосування спеціальних конструкцій ТН (так звані антирезонансні ТН), які знижують можливість насичення їх магнітопроводу та появи небезпечних перенапруг в різних режимах експлуатації.

3) Встановлення додаткових резисторів або послідовно у первинну обмотку, або в обмотку нульової послідовності $3U_0$. Це збільшує активні втрати, що призводить до відбору енергії з коливального контуру при феррорезонансі і, як наслідок, перенапруги зменшуються. Ефективність такого рішення є сумнівною.

4) Використання спеціальних апаратних приладів з нелінійними резисторами для захисту ТН, наприклад [2]. Але це потребує додаткових затрат.

5) Застосування топких запобіжників [1], які можуть відключати ТН при виникненні аварійних ситуацій.

Висновки. У мережах 6–35 кВ проблему недостатньо ефективного рівня захисту ТН можливо вирішити шляхом розробки нового вітчизняного конкурентоспроможного запобіжника із малим номінативним струмом топкої вставки. Перспективним напрямком також є проєктування покращеної конструкції антирезонансного ТН.

Література:

1. Bajda Y., Grechko O., Buhaichuk V., Knapek R. To the Problem of Protection of Medium Voltage Instrument Transformers with Fuses: Analytical Research. Lighting Engineering & Power Engineering, 2021, vol. 60, no. 3, pp. 92-102. doi: https://doi.org/10.33042/2079-424X.2021.60.3.02.

2. ABB. Ferroresonance elimination VT Guard Pro. Режим доступу: https://new.abb.com/medium-voltage/apparatus/instrument-transformers-and-sensors-id/products/iec-indoor-voltage-transformers/ferroresonance-elimintation-vt-guard-pro (Дата звернення: 25.03.2025)

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЯГОВІ ДВИГУНИ ДЛЯ ТРАМВАЙНИХ ВАГОНІВ З НИЗЬКОЮ ПІДЛОГОЮ

Дубовик Т.І.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Однією з ключових стратегій збільшення комфорту пасажирів трамвайних вагонів є використання конкурентоздатної технологій низької підлоги [1]. Основною технічною проблемою при створення трамвайних вагонів є компонуючи вимоги до візків та тягових двигунів таких трамваїв.

В якості стандартних тягових приводів рейкового транспорту в даний час використовуються швидкохідні асинхронні машини з одно- або двоступінчастим редуктором. Для всіх діапазонів потужності, крутного моменту та швидкості асинхронні тягові двигуни можна гнучко оптимізувати з огляду на різні критерії вимог за допомогою відповідних конструкцій. У місцевому рейковому транспорті (трамваї, метро) асинхронні машини також можуть використовуватися у складі безредукторного тягового приводу. На базі асинхронного двигуна для моторколеса, який вже довгий час успішно використовується в трамваях, розробляються та тестуються нові інноваційні концепції тягових приводів. Такі конструкції передбачають повне використання існуючої механічної частини та імпульсного інвертора, змінюючи лише активні компоненти двигуна, що дозволяє провести подальші випробування на транспортному засобі. Розглянемо основні підходи до розробки таких двигунів. В роботах [1,2] окрім серійного асинхронного двигуна, розглядаються інші варіанти. Синхронний двигун із постійними магнітами (зовнішній ротор), де статор модифікований на основі асинхронної машини, а ротор оснащений магнітами з повітряним зазором. Односторонні машини поперечного потоку: 60-полюсна з U- та I-подібними ярмами в статорі та магнітами з повітряним зазором у роторі; 80-полюсна з U-подібними ярмами (без I-елементів) у статорі та концентраційним розташуванням магнітів у роторі. У роботі [2] запроваджено ключові критерії проектування тягових приводів трамваїв, включаючи енергоперетворення та компоновку, відповідність стандартам рейкового транспорту. Сучасні прототипи двигунів з постійними магнітами мають переваги перед асинхронними машинами з точки зору досяжної високої питомої потужності. Встановлено, що двигуни з поперечним потоком мають переваги лише на нижчих швидкостях через високі втрати холостого ходу.

Література:

1. Hackmann, W. (2003*).* Systemvergleich unterschiedlicher Radnabenantriebe für den Schienennahverkehr: Asynchronmaschine, permanenterregte Synchronmaschine, Transversalflussmaschine: Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doktor-Ingenieurs *(214 c.).* Technische Universität Darmstadt.

2. Blissenbach, R., Henneberger, G., Schäfer, U., & Hackmann, W. (2000). Development of a transverse flux traction motor in a direct drive system. Proceedings of the International Conference on Electrical Machines (ICEM)*,* Vol. 3, pp. 1457–1460.

РОЗРОБКА ТА ВДОСКОНАЛЕННЯ МАГНІТНОЇ СИСТЕМИ ЛІНІЙНОГО ГЕНЕРАТОРА З ПОПЕРЕЧНИМ МАГНІТНИМ ПОТОКОМ

Дунєв О.О., Єгоров А.В., Маслєнніков А.М., Шилкова Л.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків

У роботі представлено дослідження лінійних генераторів для систем перетворення енергії морських хвиль, засноване на використанні машин з поперечним магнітним потоком. Базовою моделлю слугувала конструкція лінійного генератора номінальною потужністю 0,3 кВт, напругою 110 В та швидкістю переміщення транслятора 1 м/с. У його структурі передбачено використання магнітного шунта та Е-подібного полюса, розташованого відповідно до кроку полюсів статора [1].

Метою дослідження є розробка конструкції лінійного генератора з підвищеною енергоефективністю [2]. Запропоновано нову модернізовану конфігурацію з двома трансляторами, у якій магнітні шунти замінено на перевернуті Е-подібні осердя статора, зберігаючи при цьому загальну кількість полюсних кроків. Такий підхід забезпечує ефективніше використання магнітного осердя, підвищення рівня магнітного насичення та зниження втрат енергії. Потужність оновленого генератора зросла у 1,53 рази без зміни габаритів і швидкості транслятора.

Проведено триетапну оптимізацію конструкції Е-подібного полюса статора та транслятора. На першому етапі збільшення товщини полюса у 1,5 рази та зменшення кількості пар сердечників дозволило знизити частоту перемагнічування та підвищити вихідну потужність у 1,76 рази. На наступних етапах було уточнено форму стрижнів Е-осердя та зменшено висоту транслятора, що призвело до зниження маси активної частини генератора на 11% без втрат у потужності.

У результаті впроваджених конструктивних удосконалень і оптимізації вдалося підвищити вихідну потужність генератора у 2,61 рази, а питома потужність сягнула 22,22 Вт/кг при незмінній швидкості переміщення транслятора генератора 1 м/с. Запропонована конструкція розширює можливості створення ефективних і масштабованих генераторів для хвильової енергетики. У підсумку, удосконалена модель лінійного генератора з подвійним транслятором і оптимізованою магнітною системою статора відкриває нові перспективи підвищення ефективності відновлюваних джерел енергії.

Література:

1. Duniev, O., Yehorov, A., Masliennikov, A., Stamann, M. and Dobzhanskyi, O. (2024) Linear transverse flux generator for wave energy conversion: design optimization and analysis. at - Automatisierungstechnik, Vol. 72 (Issue 11), pp. 1066-1076. https://doi.org/10.1515/auto-2024-0098

2. Cruz, J. (Ed.) (2008). Ocean wave energy: Current status and future perspectives. Green Energy and Technology. Springer: Berlin.

АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ДОСЛІДЖЕНЬ РЕЖИМІВ РОБОТИ МІСЬКИХ ЕНЕРГОСИСТЕМ

Жилін А.В., Плюгін В.Є.
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, м. Харків

Сучасний етап розвитку міських енергосистем характеризується високою складністю, що обумовлено зростанням споживання електроенергії, підвищеними вимогами до надійності та енергоефективності, а також необхідністю швидкого реагування на аварійні ситуації [1]. В умовах постійного зростання навантаження на електричні мережі, їхнього старіння та зростання вимог щодо якості електропостачання, особливого значення набуває завдання аналізу та оптимізації режимів роботи міських електромереж [2]. Додатковим фактором актуальності цього питання є необхідність інтеграції сучасних цифрових технологій, зокрема цифрових двійників, які вже демонструють свою ефективність у реальних проєктах енергетичних операторів, таких як ДТЕК («ДТЕК Київські регіональні електромережі»).

Метою даного дослідження є аналіз сучасного стану наукових розробок і практичного досвіду щодо режимів роботи міських електричних мереж, визначення найбільш ефективних методів їхньої оптимізації та оцінка перспектив впровадження цифрових двійників для управління і підвищення надійності таких систем. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі дослідницькі задачі: провести аналіз сучасних режимів роботи міських електричних мереж з точки зору їхньої надійності, стабільності та ефективності; дослідити існуючі методи оптимізації роботи міських енергосистем, визначити їхні переваги й недоліки; здійснити огляд сучасних тенденцій застосування цифрових двійників в електроенергетиці; визначити потенційні шляхи впровадження цифрових двійників для оптимізації режимів роботи міських енергосистем.

Очікувані результати дослідження включають визначення перспективних напрямків застосування мультифізичних моделювань у програмному середовищі Ansys для створення комплексних цифрових моделей електромереж. Дослідження сприятиме розвитку сучасних методів управління енергетичними мережами та забезпеченню більш ефективного використання ресурсів у сфері міської електроенергетики.

Література:

1. Черемісін, М. М., Черкашина, В. В., Мороз, О. М., Друзь, В. О., Вакуленко, І. А., Колосок, С. І., & Бондаренко, С. (2022). Розвиток систем Smart Grid в Україні: стан та перспективи. Енергетика та електрифікація, (5), 5-12. https://doi.org/10.12345/etee.2022.5.5-12

2. Sukhonos, M., Babaiev, V., Pliuhin, V., Teterev, V., & Khudiakov, i. (2022). Load Forecasting and Electricity Consumption by Regression Model. Smart Technologies in Urban Engineering. STUE 2022. Lecture Notes in Networks and Systems, 302-314. https://doi.org/0.1007/978-3-031-20141-728

ІНТЕГРОВАНЕ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ІНЖЕНЕРНОЇ ІНФОРМАЦІЇ НА САЙТІ НАВЧАЛЬНИХ МЕХАТРОННИХ ПРОЕКТІВ

Жуковін І.В., Котляров В.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Найпоширенішими формами представлення інженерної інформації у електромеханіці є структурні, функціональні та принципові електричні та кінематичні схеми, технічні описи та специфікації компонентів, креслення загального виду та 3D-моделі конструкції, структурно-алгоритмічні схеми. Кожна з цих форм має своє призначення та переваги, але окремо вони не забезпечують цілісного розуміння проекту студентами, особливо початківцями, яким складно встановити зв'язки між різними аспектами проектування і побачити обґрунтування прийнятих проектних рішень. Сучасні методології проектування мехатронних систем з використанням мови проектування SysML пропонують інше багаторівневе представлення проектної інформації. Так, методология MBSE Grid презентує інформацію на двох осях простору проектних рішень: аспектів проектування (вимоги, структура, поведінка та параметри системи) і рівнів абстракції (системний, архітектурний, технічної реалізації). Це забезпечує простежуваність вимог до проектних рішень на всіх рівнях, але водночас призводить до створення великої кількості діаграм, що ускладнює сприйняття інформації в навчальному процесі.

Наша пропозиція полягає у створенні діаграми всеосяжного огляду проекту, яка об'єднує трирівневе представлення інформації: цілі та вимоги проекту; фічі (особливості, функціональні можливості) системи; та застосовані у проекті технології. Ця діаграма інтегрує різнорівневу проектну інформацію, де елементи різних рівнів пов'язані між собою, та наочно демонструє їхні зв'язки. Вона дозволяє одночасно бачити загальну картину проекту і розуміти обґрунтування конкретних інженерних рішень. На прикладі проекту стенду автоматичного підйомнику зв'язки можуть бути такими: ціль - доставляти вантажі на різну висоту; відповідна фіча - переміщення платформи по вертикальній осі; технології - двигун постійного струму, кривошипний механізм, драйвер двигуна Monster Moto Shield, мікроконтролер Arduino UNO та програма керування ним. Для перевірки ефективності цієї форми проектної документації на сайті клубу робототехніки RoboDev кафедри АЕМС НТУ ХПІ було розроблено інтерактивну діаграму проекту автоматичного підйомника. Кожен елемент діаграми є інтерактивним і дозволяє отримати детальну інформацію про конкретний аспект проекту - від загального огляду до детальних технічних характеристик. Створений редактор таких діаграм дозволяє розміщувати компоненти проекту на схемі та встановлювати зв'язки між ними безпосередньо через інтерфейс сайту, результати зберігаються у базі даних. Технічна реалізація діаграми та її редактора виконана з використанням програмних бібліотек React та React Flow. Вони забезпечують потрібну гнучкість у відображенні та маніпуляції на схемі умовними позначеннями артефактів мехатронних проектів.

ABOUT SSELECTION OF THE ELECTRIC DRIVE OF THE INDUSTRIAL ROBOT

Yerachyn D.I., Lazunko I.O., Asmolova L.V.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute»
Kharkiv

Today many robots work on different enterprises around the world. Special attention is paid to heavy, hazardous, tiring, and repetitive tasks. One of the advantages of using robots in the industry is reducing the waiting time of goods at work sites and reducing energy costs through effective planning of travel routes.

When designing of the electric drives of the degrees of freedom, a synthesis of each individual drive is performed. The mutual influence of degrees of freedom if taken into account by introducing ranges of change of inertial load characteristics and maximum load moment. Drives of the robot can work independently, when performing sequential movements at different degrees of freedom (possible in positional control devices), and together when it is needed to reproduce a given trajectory in space (contour control devices). Since when working a given trajectory of movement with assist of the mutual influence of the degrees of freedom, the dynamic characteristics of the drives are worsened, so it is necessary to use dynamic correction tools that provide the parameter range if the required quality of control of the drive system during joint motion.

Mutual for all the drives are requirements for energetic and dynamic characteristics that determine the stability reserves and the quality of transient processes. Due to the design features, the electric drive of the robot must have high dynamic parameters (to reproduce complex control algorithms), the executive electric motor must respond quickly, and have small dimensions and weight. The main requirement for the technological process is to ensure the necessary movement of the end effector from one point to another with given accuracy. A closed-loop electric drive provides better control of the actuators, although the circuits in such an implementation will be more complex. The thyristor convert-motor control system in a closed-loop system usually implements precise positioning with a high quality motion schedule.

So, this review lets us to design electric drive for the industrial robot with degrees of freedom according to stated requirements and technological processes.

Sources:

1. Richard P Paul. Robot manipulators: mathematics, programming and control. The computer control of robot manipulators URL: https://kupdf.net/download/mit-press-series-in-artificial-intelligence-richard-p-paul-robot-manipulators-mathematics-programming-and-control-the-computer-control-of-robot-manipulators-mit-press-1981-pdf_58ff9a61dc0d60f67d959ecd_pdf#

АНАЛІЗ КОНСТРУКТИВНИХ СХЕМ І ОБЛАСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ ІМПУЛЬСНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ В ЯКОСТІ УДАРНО-СИЛОВИХ ПРИСТРОЇВ І ПРИСКОРЮВАЧІВ

Кашанський Ю.В., Болюх В.Ф.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Електромеханічні імпульсні перетворювачі (ЕМІП) посідають важливе місце в галузі високошвидкісних і ударно-силових технологій. За принципом дії їх умовно поділяють на індукційні та електродинамічні типи. В індукційних ЕМІП, що мають досить просту конструкцію, є нерухомий індуктор із багатовитковою обмоткою і рухомий провідний якір (моновитковий або багатовитковий), у якому при живленні індуктора імпульсним струмом з ємнісного накопичувача індукується вихровий струм. Це зумовлює виникнення електродинамічних сил, що забезпечують аксіальне переміщення якоря та створення потужного удару чи розгону рухомого елемента. Електродинамічні ЕМІП відрізняються тим, що обмотка якоря і обмотка індуктора з'єднані послідовно, а їхні магнітні поля протилежно спрямовані, що також призводить до відштовхування і високої швидкості руху [1].

Конструктивні схеми можуть варіюватися за формою обмоток (дискова чи циліндрична), наявністю феромагнітного осердя, кількістю робочих шарів. Ударно-силові ЕМІП здебільшого розраховані на створення короткочасного, але дуже потужного імпульсу тиску. Їх активно застосовують у магнітно-імпульсних пресах для керамічних порошків, металевих заготовок чи в пристроях для локального руйнування твердих матеріалів. Конструкції з додатковими феромагнітними елементами дозволяють підвищити коефіцієнт використання магнітного поля, зменшити його розсіювання та збільшити силу удару.

У ролі прискорювачів ЕМІП можуть виступати в катапультах, а також в експериментальних лабораторних стендах, де потрібен високошвидкісний рух масивного або плазмового якоря. У таких схемах особливу увагу приділяють оптимізації витрат енергії, швидкісним характеристикам і мінімізації теплових втрат. Дедалі частіше використовуються плазмові якорі, коли тонка алюмінієва фольга під час імпульсного розряду переходить у плазмовий стан і викидається з високою швидкістю.

Загалом, сфери застосування цих пристроїв охоплюють машинобудування, військово-технічну галузь, космічні дослідження, а також виробництво будівельних матеріалів та наноструктурованої кераміки. Вибір конкретної конструктивної схеми зумовлений вимогами до імпульсної сили, швидкості, габаритів і вартості обладнання, проте в усіх випадках імпульсні технології доводять свою високу ефективність та універсальність.

Література

1. Болюх В.Ф., Кашанський Ю.В., Щукін І.С. Порівняльний аналіз лінійних імпульсних електромеханічних перетворювачів електродинамічного та індукційного типів. – Технічна електродинаміка, 2019, № 6, с. 35–43.

АНАЛІЗ СКЛАДНОСТІ ПРОМИСЛОВИХ МЕХАТРОННИХ СИСТЕМ

Ковальов А.А., Котляров В.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

З розвитком промислових мехатронних систем автоматизації та їх електроприводів (ЕП) зростає складність як самих систем, так і складність їх проектування. Проблема вибору найменш складного проектного рішення серед кількох можливих стає дедалі актуальнішою. Для її вирішення доцільно використовувати відповідні метрики складності, але вони відомі не для усіх підсистем мехатронних систем та видів проектних процедур. Не дослідженою є і проблема врахування впливу складності одних проектних рішень на інші і на проект системи у цілому. Тому потрібен комплексний підхід, що забезпечує простежування змін складності проекту від одних його частин до інших.

Такий підхід може базуватися на об'єктно-орієнтованій моделі проектування, у якої до властивостей об'єктів (чи їх класів) віднесена і їх складність різних видів, а до методів проектування додано розрахунки метрик складності. Структура такої моделі включає етапи та об'єкти проектування і інші артефакти проєкта, наприклад, моделі вимог, математичні моделі об'єкта та системи керування, варіанти мікропроцесорної реалізації регуляторів. До етапів проектування, складність яких доцільно оцінювати, і які у свою чергу дають результати різної складності, віднесемо, наприклад, ідентифікацію та редукцію математичних моделей об'єкта керування. Для мехатронної системи таку модель можна розділити на дві частини, складність яких суттєво пов'язана: силова частина електроприводу, у тому числі механічна передача, та системи керування електроприводом (СКЕП), у яку входять регулятори та спостерігачі стану з їх реалізацією, датчики, моделі об'єктів керування, на яких базується синтез СКЕП. Механічна передача, що відповідає вимогам, у багатьох випадках може бути реалізована механізмами різних типів, наприклад, для модулів поступового руху чи товкачів це можуть бути гвинт-гайка, рейка-шестерня чи кривошип. Кожен з них має свою технічну складність, складність алгоритму розрахунку та по-різному впливає на синтез СКЕП.

При проектуванні СКЕП обирається тип регулятора, що відповідає поставленим системним вимогам та повинен мати найменшу можливу складність технічних вимог, синтезу, аналізу та технічної реалізації. Найбільш застосовуваними у промисловості є системи підпорядкованого регулювання, їм на заміну у ЕП зі складними механічними передачами (багатомасовими з пружними зв'язками, з від'ємним в'язким тертям) пропонуються більш складні системи модального регулювання зі спостерігачами стану та нейронні регулятори. Вибір кожного з цих типів регуляторів має суттєвий вплив на загальну складність СКЕП. Поряд із складністю структури таких регуляторів слід оцінювати і складність їх налаштування та мікропроцесорної реалізації. Запропонована модель проектування ЕП дає змогу аналізувати перераховані фактори, та цілий ряд інших. Її використання дозволяє приймати проектні рішення, що забезпечують мінімізацію складності проєкта ЕП в цілому.

РОЗВИТОК МІСЬКОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ 10 ПІДКЛЮЧЕННЯМ АВТОНОМНОГО ДЖЕРЕЛА ЖИВЛЕННЯ

Кондратенко А.О., Попова А.В.
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, м. Харків

Роботу спрямовано на модернізацію міської електричної мережі 10 кВ із інтеграцією автономного джерела живлення. Об'єктом дослідження виступає процес перетворення електроенергії в електротехнічних установках та її подальший розподіл у мережі з номінальною напругою 10 кВ, який також враховує використання незалежних джерел живлення. Предметом роботи є вивчення як технічних, так і організаційних аспектів передачі й розподілу електроенергії в умовах міської інфраструктури, що працює при напрузі 10 кВ. Метою даної роботи є розробка та техніко-економічне обґрунтування заходів із модернізації існуючої мережі з метою зменшення втрат напруги, а також аналіз і впровадження методів ефективного інтегрування відновлюваних джерел енергії.

Дослідження включають формування оптимальної структури міської електричної мережі з урахуванням сучасних вимог до енергозбереження та сталого розвитку. В роботі проводиться всебічний аналіз технологічних процесів, що виникають при підключенні джерел відновлюваної енергії, і пропонуються практичні заходи для підвищення ефективності роботи мережі. Також аргументовано необхідність впровадження сучасних технологій і альтернативних джерел енергії, включаючи рішення для відновлення мережі 10 кВ, що відповідають сучасним трендам у декарбонізації та енергоефективності.

Одним із результатів роботи є модель сонячної електростанції, яка частково покриває споживання району, зменшуючи залежність від централізованого електропостачання. Також сформовано комплекс заходів з оновлення повітряних ліній електропередачі 10 кВ, зокрема: заміну морально застарілих елементів, автоматизацію контролю та управління мережею, модернізацію схеми розподілу. Це дозволяє досягти більшої гнучкості у керуванні потужностями та підвищити загальну надійність системи.

Література:

1. Ткач Д., Грушко В. Електроенергетика України під час українськоросійської війни. Вчені записки Університету «КРОК», 2022, № 2(66), с. 63–72.

2. Електропостачання промислових об'єктів. Практикум: навчальний посібник / Людмила Валеріївна Давиденко, Наталія Володимирівна Коменда, Володимир Анатолійович Давиденко, Микола Миколайович Євсюк − Луцьк: ВІП ЛНТУ, 2022.− 244с.

ПОРІВНЯННЯ КОНСТРУКЦІЙ ЛІНІЙНИХ ГЕНЕРАТОРІВ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ У ХВИЛЬОВИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯХ

Корсаков О.Р., Дунєв О.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків

В тезах [1] були розглянуті різноманітні топології лінійних генераторів для використання у системах відбору потужності, які є компонентом хвильових енергетичних установок. Особлива увага приділялась прямому приводу із використанням лінійних генераторів на постійних магнітах. У таких генераторів магнітний потік знаходиться у поздовжньому напрямку відносно осі руху транслятора. Проте ефективність подібних рішень, особливо в низькочастотних діапазонах, залишається недостатньою.

Альтернативою класичній машині є лінійний генератор з постійними магнітами на трансляторі і поперечним напрямком замикання магнітного потоку (*Transverse Flux Linear Generator*). Конструкція TFLG показано на рис. 1. На ньому зображено фрагмент статора та транслятор з розташованими на ньому постійними магнітами [2]. Кратне співвідношення осердь магнітопроводу на статорі і пар постійних магнітів на трансляторі забезпечує замкнуті шляхи магнітного потоку навколо котушок. По мірі руху транслятора буде створюватися змінний магнітний потік в кожному з осердь статора. Використання двох котушок на статорі дозволяє краще використати його об'єм.

Згідно з даними в [2], лінійний генератор з поперечним магнітним потоком має значно більші значення питомої потужності і коефіцієнта магнітного потоку ніж у генераторів поздовжнього потоку. Даний факт є безпосередньо його перевагою і потребує подальших досліджень і вдосконалень конструкції.

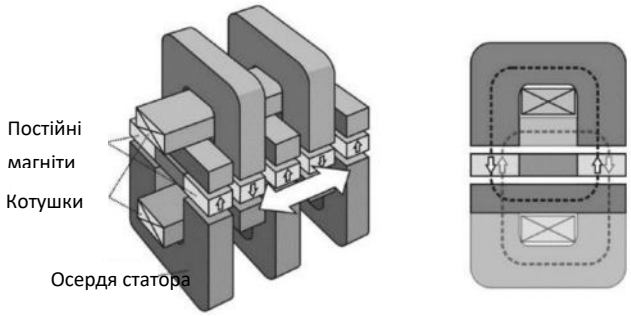


Рис. 1 – Лінійний генератор з постійними магнітами на трансляторі і поперечним напрямком замикання магнітного потоку

Література:

1. О.Р. Корсаков, О.О. Дунєв. Огляд різноманітних топологій лінійних генераторів для використання у хвильових електростанціях.

2.Cruz, J. (Ed.) (2008). Ocean wave energy: Current status and future perspectives. Green Energy and Technology. Springer: Berlin.

НАПРЯМИ ПОКРАЩЕННЯ КЕРУЮЧИХ СИСТЕМ КРОКОВИМИ ДВИГУНАМИ ЗМІННОГО МАГНІТНОГО ОПОРУ

Кравченко С.І., Шамардіна В.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Проведені дослідження особливостей багатофазних крокових двигунів змінного магнітного опору на прикладі двигуна ШД-5Д-1М У3 практично підтверджують можливість об'єднання фазних обмоток в групи.

Таке об'єднання дозволяє спростити керуючий пристрій, адже кількість груп обмоток буде меншою за кількість обмоток.

На прикладі шестифазного двигуна змінного магнітного опору ШД-5Д-1М У3 обмотки були попарно об'єднані в групи, що надало можливість використовувати трифазне підключення замість шестифазного.

Завдяки цьому вдвічі зменшилась кількість каналів керування керуючого пристрою (три замість шести), зменшились габарити та збільшилась надійність керуючого пристрою.

Змінений алгоритм керування при трифазному підключенні легко реалізується, та не спричиняє суттєвого ускладнення керуючого пристрою.

Одним з недоліків крокових двигунів всіх типів є можливість «пропуску крока», через що відбувається зміщення системи координат верстатів, чи іншого обланнання з кроковими двигунами. Оскільки крокові приводи не мають зворотнього зв'язку, зміщення системи координат є непомітним для системи керування верстатом, що призводить до браку та аварійних ситуацій.

Найчастіше пропуск кроків відбувається при зміненні швидкості крокового двигуна через діючі динамічні навантаження, що можуть перевищити момент на валу крокового двигуна.

Зменшити ймовірність пропуску кроків пропонується використанням адаптивної системи керування, що буде збільшувати момент двигуна збільшуючи струм обмоток саме при зміні швидкості.

Оскільки, при штатному алгоритмі комутації обмоток, двигун ШД-5Д-1М У3 працює в режимі «недовантаження», залишок потужності, на яку розрахований двигун, можна використати саме для збільшення моменту в режимі зміни швидкості не перевищуючи середню потужність двигуна, зазначену в паспорті.

Крокові двигуни змінного магнітного опору, через відсутність постійних магнітів, здатні працювати в агресивних температурних режимах. Та за для запобігання перегріву через позаштатні ситуації, систему керування бажано обладнати температурним датчиком.

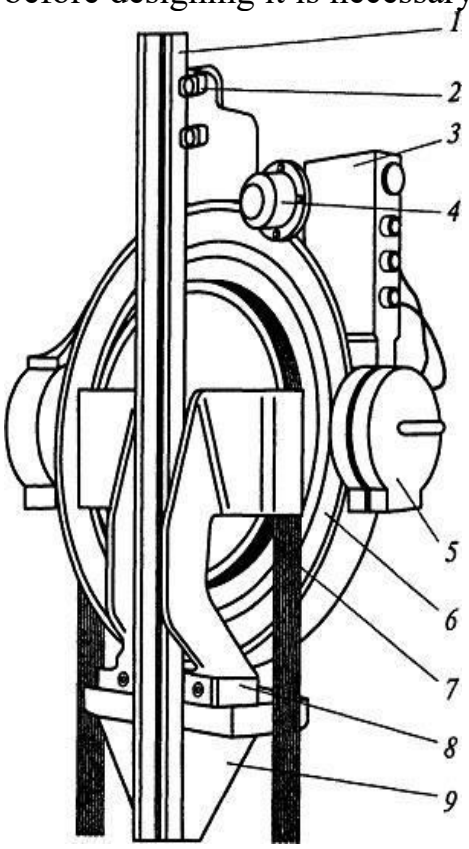
Література:

1. Аніщенко М. В. Системи числового програмного керування : підручник. Харків : Факт, 2024. 416 с.

USE OF ADJUSTABLE ELECTRIC DRIVE PC-AD FOR ELEVATOR MECHANISMS BASED ON GEARLESS WINCH

Kunchenko T., Kutovii Yu., Pugach O., Fathy Elsayed
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

The basis of an electric elevator is its lifting mechanism - an electric drive. In this case - it is adjustable, using a gearless elevator winch. The main tasks of controlling the elevator car are to ensure comfortable movement and accurate stopping at the required floor level. The main quality criterion is smoothness of movement. For comfortable transportation of people, the acceleration value of the car is no more than 2 m/s^2. The physical effect on the human body depends on the acceleration time. With an acceleration duration of less than 0.4 s. the human body satisfactorily tolerates acceleration up to 30÷40 m/s^2. Therefore, when controlling the movement of the car, short-term high acceleration or deceleration is allowed [1]. The comfort of the elevator is also determined by other factors. The waiting time of the elevator is how long the passenger waits for the elevator on the landing. If the building is high-rise, it makes sense to include the function of increased speed of movement of the empty car in the control. Smoothness and accuracy of stopping is achieved using precise stop sensors. When reaching the stop floor, a signal is given to reduce the speed, and since a gearless electric drive with vector control using a frequency converter is used, it is possible to set a smooth stop. The presence of noise during movement is also an indicator of comfort. Compared to gear drives, a gearless electric drive has a minimum noise level of mechanical parts. Since the electric drive is the main body of elevator equipment, before designing it is necessary to formulate the main requirements for electric drives of passenger elevator installations [1]: reliability, high level of safety; low noise; ease of operation; limitation of cabin acceleration; smooth start of movement and stop; availability of revision speed; accuracy of stopping at the floor level.



1 – cabin guide; 2, 8 – winch mounting clamps; 3 – terminal box; 4 – tachogenerator of the engine control system; 5 – brake release electromagnet; 6 – disk rotor with rope-driving and brake pulleys; 7 – traction ropes; 9 – winch body

Gearless winch with AC disc electric motor EcoDisk

Література:

1. Любін М.В., Токарчук О.А., Єленіч М.П. Розрахунки підіймальних механізмів та машин. Навчальний посібник. - Вінниця: ВНАУ, 2013. - 208 с.

ПІДВИЩЕННЯ ТЯГОВИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КОПАЛЬНИХ АКУМУЛЯТОРНИХ ЕЛЕКТРОВОЗІВ ЗАСОБАМИ ЕЛЕКТРОПРИВОДА

Кутовий Ю.М., Кириленко Я.О., Д., Декалін Б.Р.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Копальні акумуляторні електровози є основним видом транспорту в вугільних шахтах Україні. Від їх роботи залежить обсяг видобутку, а також безпека, так як більшість вугільних шахт небезпечні по газу і пилу.

Умови праці копальних акумуляторних електровозів характеризуються великою кількістю динамічних режимів (до 60% - 70% від загального часу), низьким значенням коефіцієнта щеплення ($\psi = 0.08 \div 0.15$), великим уклоном шляху (до $12\%_0 \div 14\%_0$), а також обмеженного емністью акумуляторної батареї.

Ці особливості накладають додаткові вимоги на електропривід, як основний елемент цього рельсового транспортного засобу.

Для електроприводу копальних електровозів з масою щеплення 5т, 8т, 10т, 14т має ступінчасте, та реостатне регулювання швидкості і моментом. Тому актуальною вимогою є заміна ступінчатого релейно – контактного регулювання на регулювання «перетворювач – двигун».

Для копальних електроприводів в наш час випускаються промисловістю тільки двигуни постійного струму послідовного збудження. Тому електропривод з таким двигуном містять широтно імпульсний, або широтночастотний перетворювач, які забезпечують широкий діапазон регулювання швидкості і моменту.

Велика питома вага динамічних режимів роботи електроприводів і низькі значення коефіцієнта зчеплення в вугільних шахтах приводить до буксування і юза (збиткового ковзання коліс). Буксування і юз збільшують непродуктивні втрати енергії, приводять до додаткового спрацювання механічних гальм.

Запобігання надлишкового ковзання коліс можна забезпечувати оптимальну інтенсивність пуску, при якість електроприводу розганяється за прийнятний час і при цьому буксування відсутнє [1].

Це менше дієвим є застосування автоматичних систем захисту від буксування і юзу, які не тільки виявляють надлишкове ковзання коліс, а також формують сигнал пропорційний швидкості надлишкового ковзання.

Автоматичне керування сили тяги на ободі колеса в електроприводі з системою «перетворювач – двигун» з використанням захисту від буксування і юзу дозволяє максимально використовувати силу тяги по умовам зчеплення, що підвищує тягові можливості електровозів.

Література:

1. Клепиков В. Б. Динамика электромеханических систем с нелинейным трением : монография / В. Б. Клепиков. – Х. : Изд-во «Підручник НТУ "ХПІ"», 2014. – 408 с.

СИНТЕЗ РЕГУЛЯТОРА ШВИДКОСТІ В ЕЛЕКТРОПРИВОДІ З НЕЛІНІЙНИМ НАВАНТАЖЕННЯМ

Кутовий Ю.М., Кунченко Т.Ю, Кириленко Я.О., Подрез Д.Є., Міхно Р.М.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Традиційні методи синтезу регуляторів для систем підпорядкованого керування з налаштуванням на модульний та симетричний оптимум не забеспечують стійку роботу в двухмасовій електромеханічній системі при нелінійному навантаженні з падаючим та зростаючими ділянкамих[1].

Наявність падаючої ділянки в характеристиці навантаження приводить до нестійкого режиму, появи коливань, що сутьєво ускладнює синтез системи керування.

В цьому випадку для синтезу для синтезу автоматичного регулятора швидкості можна використовувати поліміальний метод[2].

Відповідно до цього метода передаточна функція обєкта керування $W_{об}(p)$ представляється в вигляді добутку окремих поліномів чисельника $P(p)$ і знаменика $Q(p)$:

$$W_{об}(p) = \frac{K_o\, P_{k+}(p) P_{H+}(p) P_{-}(p)}{Q_{k+}(p) Q_{H+}(p) Q_{-}(p) p^s}$$

Де K_o – кофіцієнт підсилення обєкта;

$P_{k+}(p)$, $Q_{k+}(p)$ – поліноми які мають в якості нулів тільки ліві нулі і плюси обєкта, компенсовані за допомогою регуляторів;

$P_{H+}(p)$, $Q_{H+}(p)$ - поліноми які мають в якості нулів тільки ліві нулі і плюси обєкта, в компенсовані яких не має необхідності;

$S = 0, 1, 2$ – кількість полюсів обєкта в точці p = 0.

Характер перехідного процесу в замкнутій системі задається вибором нормовоного розподілення з величиною середньогеометричного корня.

Таким чиномсинтезується передаточна функція астатичного регулятора швидкості яка забеспечує стійкість системи при роботі на падаючиї ділянці нелінійного навантаження, а також забеспечує відсутність похибки по керуванню та збуренню.

Література:

1. Акімов Л.В., Долбня В.Т., Клепіков В.Б., Пиріжок А.В. Синтез спрощених структур двомасових електроприводів із нелінійним навантаженням // За загальною редакцією В.Б. Клєпікова. - Харків: НТУ "ХПІ", Запоріжжя: ЗНТУ, 2002. - 160 с.

2. Динаміка двомасових систем з нетрадиційними регуляторами швидкості та спостерігачами стану: Монографія Л. Акімов, В. Колотило, Н. Марков - Харків: ХДПУ, 2000

СУЧАСНА РОЛЬ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ТЕС У КОНЦЕПЦІЇ "ІНДУСТРІЯ 4.0"

Лазуренко К. О., Шевченко В. В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Теплові електростанції (ТЕС) традиційно відіграють ключову роль в енергосистемі України, навіть за умов війни забезпечуючи базову генерацію електроенергії, близько 30–40%. Ракетні обстріли та окупація територій призвели до руйнування або тимчасового виведення з ладу ряду ТЕС. Окупація Донбасу, бойові дії у вугільних регіонах ускладнили постачання ТЕС антрацитом, що змусило переходити на імпортне вугілля та газ. Ушкодження залізниць та портів значно ускладнює доставку палива, особливо у прифронтових зонах. Мобілізація та міграція спеціалістів, перерозподіл фінансування на відновлення ускладнюють впровадження нових технологій.

Однак навіть в умовах війни та енергокризи роль ТЕС остається важливою:

- ТЕС – джерела резервної генерації. Після масованих атак на енергосистему ТЕС стали критично необхідними для вироблення електроенергії, підтримки балансу, особливо взимку, коли відновлювані джерела (ГЕС, ГАЕС, сонце, вітер) малоефективні. Їх висока маневреність дозволяє компенсувати нерівномірність виробітку електроенергії;

- у війну роль ТЕС змінилася: за умов енергокризи з об'єкта модернізації вони перетворилися на "опору" енергосистеми. ТЕС можуть швидко нарощувати генерацію у разі пошкодження інших об'єктів. тому в умовах війни та руйнувань ТЕС залишаються критично важливими для енергобезпеки країни;

- пріоритет сьогодення – виживання. До кінця війни ТЕС працюватимуть у "аварійному режимі", з упором на надійність, а не на інновації. Фахівці-електроенергетики розуміють ризики такого підходу протягом тривалого періоду: якщо війна затягнеться, Україна може зіткнутися з необхідністю "консервації" застарілих ТЕС через брак ресурсів на модернізацію, підтримку в робочому стані.

В умовах переходу до концепції "Індустрія 4.0", яка передбачає цифровізацію, автоматизацію та сталий розвиток, значення ТЕС трансформується. Впровадження сучасних технологій дозволяє підвищити їхню ефективність, знизити екологічне навантаження та інтегрувати в розумні енергосистеми. та їхнє майбутнє залежить від практичної адаптації до принципів " Індустрії 4.0 " . Такий процес адаптації йде і натепер, в даний час, і її трансформація в умовах війни – унікальний досвід для майбутніх досліджень національного переходу до концепції "Індустрія 4.0", яка передбачає впровадження і розвиток: датчиків, систем моніторингу та передиктивної аналітики для оптимізації роботи ТЕС (цифровізація та IoT), прогнозування майбутньої поведінки об'єктів з метою прийняття оптимальних рішень. Впровадження штучного інтелекту для автоматичного регулювання режимів роботи, для підвищення ККД, зниження викидів та для розвитку розумних мереж (*Smart Grid*), що забезпечує інтеграцію ТЕС у систему управління попитом та генерацією в реальному часі. Необхідна екологізація – перехід на більш чисті технології (наприклад, спільне спалювання вугілля та біомаси, використання систем уловлювання CO_2). Війна змусила відкласти багато проектів для початку концепції " Індустрія 4.0 " . Наприклад, ДТЕК призупинила проект цифровізації, роботи з *Smart Grid* та *AI*-оптимізації.

МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ЗАХИСНИХ АЛГОРИТМІВ РЕВЕРСУ ФАЗИ В СЕРЕДОВИЩІ MATLAB SIMULINK

Ламаш Г.В., Чепелюк О.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» м. Харків

Сучасні електроенергетичні системи потребують надійних захисних механізмів для забезпечення стабільності роботи в умовах аварійних ситуацій, таких як реверс фазового порядку. У даній роботі розглядається підхід до моделювання захисних алгоритмів реверсу фази в середовищі MATLAB Simulink, що дозволяє оцінити їх ефективність та оптимізувати параметри.

Метою дослідження є розробка моделі, яка імітує поведінку трифазної системи під час порушення послідовності фаз та реалізації алгоритму захисту. Модель включає блоки для генерації сигналів, аналізу послідовності фаз та логічного управління реле. Основна увага приділена алгоритму виявлення реверсу фазового порядку на основі симетричних складових та його реалізації через Simulink-блоки.

У процесі моделювання використано стандартні бібліотеки MATLAB Simulink та власний код для MATLAB Function. Результати симуляції демонструють швидкість реакції алгоритму (менше 0,02 с) та точність виявлення аномалій. На рисунку 1 представлена внутрішня структура блоку захисту.

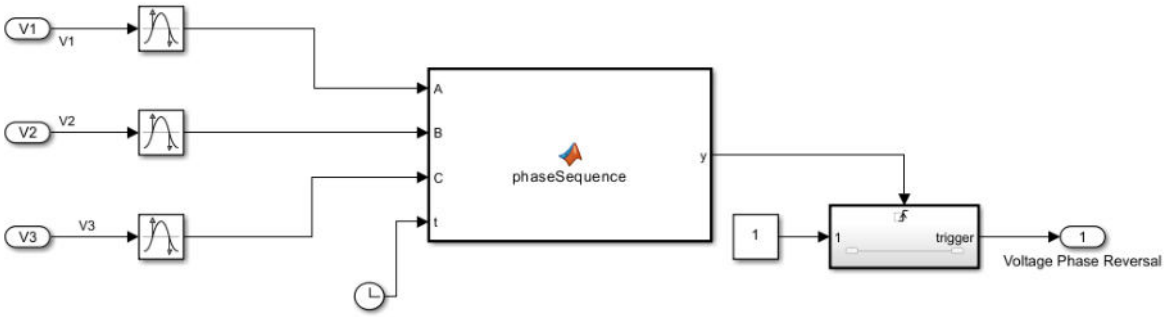


Рис. 1 - Внутрішня структура блоку захисту

Функція phaseSequence у MATLAB реалізує алгоритм визначення послідовності фаз (A-B-C або A-C-B) у трифазній системі. На вході приймаються сигнали переходу через нуль (A, B, C) та поточний час (t). Використовуючи persistent змінні, код фіксує час спрацювання кожної фази з інтервалом 5 мс для уникнення тремтіння. Перевірка послідовності виконується кожні 20 мс: якщо фази йдуть у порядку A-B-C, вихід y = 0, для A-C-B або інших – y = 1. Алгоритм скидається після кожного циклу для нової ітерації.

Дослідження показало, що запропонований підхід дозволяє ефективно виявляти та усувати реверс фазового порядку, що може бути використано для вдосконалення релейного захисту в реальних енергосистемах. Подальші роботи будуть спрямовані на інтеграцію алгоритму з апаратними засобами.

ВИКОРИСТАННЯ ЛІНІЙНИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ ДЛЯ СИСТЕМИ НАХИЛУ КУЗОВА В УМОВАХ ОБМЕЖЕНОГО ПРОСТОРУ ПРИВІДНОГО ВІЗКА ШВИДКІСНОГО ЕЛЕКТРОРУХОМОГО СКЛАДУ

Лобунько М.В., **Якунін Д.І.**
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Швидкісний електрорухомий склад, що експлуатується на залізницях України оснащується візками з некерованими пневматичними ресорами центрального (вторинного) підвішування та торсіонним пристроєм для стабілізації бічних коливань кузова. Подібна система підвішування може забезпечити комфорт пасажирів на швидкості руху 160-200 км/год, але не здатна швидко реагувати на зміни кривизни шляху та підвищення зовнішньої рейки, що призводить до значного пониження швидкості руху у кривих ділянках, зумовлених обмеженням незгашеного бічного прискорення.

Система вторинного підвішування візків безлюлькового типу моделі 68-7072 [1] має пневматичні ресори та торсіонний пристрій. Модернізація візків такого типу приводом нахилу у вигляді електродвигуна із редуктором та гвинтовим механізмом для перетворення обертального руху у поступальний є складною задачею через відсутність механізму самоповернення та обмеженого простору для встановлення приводів нахилу.

Можливим шляхом модернізації візків такого типу може стати використання електромеханічного приводу із лінійним двигуном [2] та впровадження системи керування пневматичними ресорами вторинного підвішування. У цій комбінації лінійні двигуни можуть прискорювати реакцію системи підресорювання на будь-які зміни шляху та плавно регулювати нахил кузова, що дасть змогу підвищити маршрутну швидкість електрорухомого складу та покращити комфорт пасажирів. Оскільки електромеханічний привод із лінійним двигуном не має блокуючої кінематики як у гвинтових приводів, то пневморесори та торсіонний пристрій забезпечуватимуть і функцію самоповернення. Проте, в умовах обмеженого простору приводних візків, актуальною є задача правильного підбору раціональних параметрів лінійних двигунів в залежності від їх габариту та необхідної сили на штоці для ефективної роботи спільно із пневморесорами та торсіонним стабілізатором.

Література:

1. Крюківський вагонобудівний завод. Двовісний візок моделі 68-7072 з пневмопідвішуванням – Режим доступу до ресурсу: https://kvsz.com/index.php/ua/produktsiya/pasazhirske-vagonobuduvannya/motorvagonnij-rukhomij-sklad/item/1927

2. Якунін Д.І. Моделювання комбінованої системи нахилу кузову швидкісного рухомого складу залізничного транспорту / Б. Х. Єріцян, Б. Г. Любарський, Д. І. Якунін // Східноєвропейський журнал передових технологій.– Харків, 2016.– №2/9(80).– С. 4-17. – DOI : https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.66782

ОБ'ЄКТНО-ОРІЄНТОВАНА МОДЕЛЬ СТЕНДУ МАНІПУЛЯТОРА РОБОТА З ЗАСОБАМИ ТЕХНІЧНОГО ЗОРУ

Луценко Г.А., Котляров В.О., Головань О.О., Галіфостов О.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Проектування роботів-маніпуляторів з електроприводами із візуальним сервокеруванням (Visual Servoing) супроводжується низкою проблем, що безпосередньо впливають на роботу електроприводів робота. Основною з них є затримка керуючих впливів, яка виникає через складність алгоритмів обробки сигналів засобів технічного зору (відеокамер). Це знижує точність і погіршує динамічні характеристики систем керування приводів. Крім цього, значний вплив мають механічні фактори у сервоприводах: інерційність рухомих частин, яка обмежує швидкодію приводів та ускладнює точне позиціонування; сухе та в'язке тертя елементів механічної передачі, що спричиняє нелінійності та додаткові похибки в системах керування; а також пульсації моменту електродвигунів, які викликають вібрації та коливання швидкості, негативно впливаючи на якість керування. Важливою проблемою є неузгодженість частотних характеристик електроприводів з алгоритмами керування із зворотним зв'язком по відеосигналу, що може призводити до резонансних явищ і додаткових енергетичних втрат. Вирішення цих проблем потребує відповідних проектних рішень, аналізу варіантів структури керування та алгоритмів обробки відеоінформації.

Зв'язати ці проблеми з варіантами їх рішень можна за допомогою об'єктно-орієнтованої моделі, яка описує властивості компонентів технічної системи та залежності між ними. Раніше створення такої моделі було почато на прикладі дослідницького стенда для сервопривода маніпулятора з датчиками технічного зору. Стенд являє собою комплексну дослідницьку платформу, що включає механічну основу з портальною конструкцією для кріплення камери, сервопривід AX-12A з ланкою маніпулятора як виконавчий механізм, мікроконтролер STM32 для низькорівневого керування, а також одноплатний комп'ютер Raspberry Pi 4 для обробки відеоданих. Конструкція стенда модульна і дозволяє змінювати положення камери у трьох координатах, що важливо для адаптації до різних експериментальних сценаріїв.

Для конструкції цього стенду була розроблена модель мовою SysML. У моделі визначено структурні компоненти, такі як елементи несучої конструкції, виконавчі вузли, обчислювальні модулі, сенсори та блоки зв'язку, встановлено функціональні та інформаційні зв'язки між ними та їхніми властивостями. Однак ця модель потребувала розширення моделями вказаних проблем проектування та програмної архітектури системи керування. Це розширення включає моделі процесів у МП засобах, зокрема моделі спеціалізованих алгоритмів обробки відеоданих. Введення запропонованих доповнень дозволило створити цілісну модель, яка враховує всі значущі фактори, що впливають на роботу сервоприводів систем з візуальним сервокеруванням.

РЕЗУЛЬТАТИ ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ СИНХРОННОГО РЕАКТИВНОГО ПРИВОДУ З ПОСТІЙНИМИ МАГНІТАМИ ДЛЯ ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ

Любарський Б.Г., Хаустов О.Е.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Для проведення чисельних експериментів для дослідження режимів роботи якості базової конструкції синхронного реактивного приводу з постійними магнітами обрано привод на для електробусу основні параметри якого наведено у [1]. Конструктивно ротор двигуна виконано з секціонованими постійними магнітами. Для проведення оцінки режимів роботи застосовано використання відносних значень моменту двигуна та частоти обертання, які чисельно совпадають з відносними значеннями сили тяги та швидкості руху транспортного засобу у відносних одиницях.

Для вирішення задачі оптимізації використано пакет optlab для MATLAB, розроблений у НТУ «ХПІ» [2], Опираючись на можливості комплеску було обрано метод вирішення задачі. Найкращі результати за часом та кількістю ітерацій при вирішенні задачі синтезу режимів роботи показав метод циклічного покоординатного спуску. Визначено залежності ККД приводу, тягового двигуна, кута навантаження та коефіцієнта модуляції при оптимальному поєднанні кута навантаження та коефіцієнта модуляції при різних температурах обмотки. Залежності мають подібний вигляд при різних температурах обмотки, що обумовлено однаковим характером процесів роботи тягового приводу.

Визначено, що При частотах обертання більше 0,68 в.о. та моменту понад 0,6 в.о. спостерігається зона обмеження струму, що характеризується нульовим значенням ККД, як режиму тяги, так режиму гальмування. Він різко знижується в гальмівному режимі при малих частотах обертання, що з вимогою підтримки заданого гальмівного моменту. Залежність коефіцієнту модуляції, як і куту навантаження мають обмеження у зоні роботи двигуна обумовлена обмеженнями за струмом. Коефіцієнт модуляції поступово збільшується з ростом потужності як у гальмівному так і руховому режимах. В залежності спостерігаються локальні виплески які пов'язані з компенсацією збільшення втрат від вищих гармонійних струмів.

Література:

1. Liubarskyi B., Iakunin D., Nikonov O., Liubarskyi D., Yeritsyan B. Optimizing geometric parameters for the rotor of a traction synchronous reluctance motor assisted by partitioned permanent magnets // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2022. – Vol. 2, No. 8(116). – P. 38–44. – DOI: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.254373.

2. Северин В. П. Методи багатовимірної безумовної мінімізації : навч. посіб. з курсу «Методи оптимізації» / В. П. Северин. – Харків : НТУ «ХПІ», 2013. – 160 с.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЗАХИСНОЇ АПАРАТУРИ

Максимов А. А., Шайда В. П., Юр'єва О. Ю.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Широке застосування трифазних асинхронних двигунів в промисловості висуває високі вимоги до їхньої надійної безвідмовної роботи. Як і будь-яке електричне обладнання, асинхронні двигуни потребують ефективної системи захисту для запобігання аварійним ситуаціям, які можуть призвести до пошкодження обладнання, зупинки виробничих процесів або навіть створювати небезпеку життю технічного персоналу.

На сьогодні найдієвишим способом захисту трифазних асинхронних двигунів є контроль за величиною струму обмотки статора. Провідні виробники захисної апаратури асинхронних двигунів [1] рекомендують обирати струм вимкнення, який дорівнює двократному номінальному струму. З досвіду експлуатації відомо, що асинхронні двигуни працюють в широкому діапазоні навантажень – від пуску (режим короткого замикання) до нульового навантаження (режим неробочого ходу). Струм обмотки статора може змінюватися від 40 % номінального при неробочому ході, до 5–10 кратного при пуску двигуна (короткочасно). Перевищення струму вище допустимого може відбуватися при будь-якому експлуатаційному режимі. Крім того, для ефективної роботи асинхронного двигуна необхідно враховувати швидкість змінювання струму обмотки статора та тривалість дії струму, який перевищує допустиме значення.

Для дослідження використовувався інтерактивний інструмент MatLab/Simulink R2017b за загальною методикою визначення параметрів трифазного асинхронного двигуна [2].

За результатами моделювання отримано часові залежності струму фази обмотки статора, струму обмотки ротора, частоти обертання ротора та електромагнітного моменту для різного моменту навантаження на валу. На підставі отриманих результатів створено таблиці відповідності розрахованих величин, кратності струму статора і часу протікання надмірного струму для досліджуваного діапазону.

Отримані таблиці дозволяють визначати параметри налаштування захисної апаратури та програмувати алгоритм її спрацювання при різних експлуатаційних режимах роботи трифазного асинхронного двигуна.

Література:

1. Technical Application Papers No.7. Three-phase asynchronous motors. Generalities and ABB proposals for the coordination of protective devices. Режим доступу : https://library.e.abb.com/public/451760e552194a239c7fec9ebde3fd4a/ 1SDC007106G0201.pdf.

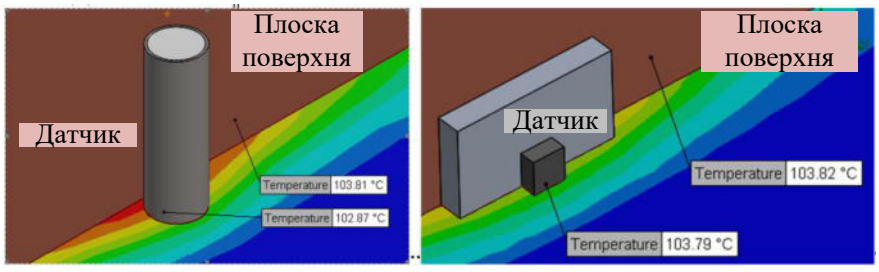
2. The MathWorks, Inc. Режим доступу : https://www.mathworks.com/help/sps/ug/three-phase-asynchronous-machine-starting.html?s_tid=srchtitle_site_search_2_asynchronous+machine.

РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ТЕМПЕРАТУРИ

Маммабутаєв Р.В., Замаруєв В.В.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Контроль температури відіграє важливу роль у сучасному світі, оскільки температура є одним із ключових фізичних параметрів, що впливає на роботу техніки, виробничих процесів, умови зберігання продукції та комфорт людини. Вимоги до розробки як промислової, так і побутової техніки передбачають аналіз існуючих рішень та використанням комп'ютерного моделювання, у тому числі – порівняльного. Випускається багато пристроїв, що вимірюють або контролюють рівень температури. Якщо не брати до уваги рішення для вимірювання у технологічних процесах, то використовуються датчики температури на основі термопар та цифрові датчики температури. Це призводить до невеликої кількості конструктивних варіантів виготовлення датчиків: це циліндричні датчики та датчики з гострою, голкоподібною конструкцією чутливого елементу. Обидва варіанти складно кріпити на плоских поверхнях у разі недоцільності чи неможливості проводити додаткову механічну обробку поверхні для встановлення датчиків. Найбільш поширеним варіантом таких поверхонь є поверхні радіаторів опалення житлових приміщень та ін., радіаторів охолодження, наприклад, напівпровідникових приладів. В обох випадках може використовуватись як вимірювання температури, так і контроль знаходження температури у заданих межах.

У роботі розроблена конструкція датчика для використання на плоских поверхнях, створено теплову модель датчика з плоскою поверхнею, температура якої контролюється. Проведені порівняльні експерименти для запропонованого та типового датчика. Результати теплового моделювання наведені на рис. 1. Виявлено, що похибка вимірювання температури залежить від конструкції датчика і менша для розробленої конструкції.



а) б)

Рис. 1

Розроблено принципову схему пристрою для контролю температури, що включає мікропроцесор з елементами індикації та керування. Пристрій може включати/виключати до 4 приладив, що живляться від мережі змінного струму з гальванічною розв'язкою ланок керування. Його особливістю є використання цифрового датчика температури, який має конструкцію, що дозволяє спростити монтаж на поверхню та контролювати температуру плоских поверхонь з похибкою, що менше ніж у типового циліндричного датчика.

USING THE LAGRANGE-MAXWELL EQUATIONS IN ANALYZING AN AUTONOMOUS INDUCTION GENERATOR

Markov V.S., Kriukova N.V., Honcharov Ye.V., Poliakov I.V.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

In electrical engineering the use of Lagrange's equations together with Maxwell's equations finds the widest application. In particular, these equations can be used to analyze the operation of an autonomous asynchronous generator. First, it is necessary to determine the number of degrees of freedom. It is clear that in the electromechanical system of an autonomous induction generator there are at least two coordinates - one electrical and the other mechanical. It is easiest to consider electric current *i* or electric charge *q* as electrical, and the rotor speed ω as mechanical one. Second, it is necessary to consider what kinetic and potential energies can act in the electromechanical system under consideration. The energy of the magnetic field stored in the inductance *L* when the current *i* increases from zero to a certain value is identified with electrokinetic energy $W_m = \frac{1}{2}Li^2$, and the energy of a capacitor with a capacitance of *C* and a charge of *q* is identified with electropotential energy $W_e = \frac{1}{2}CU^2 = \frac{q^2}{2C}$. The interaction of the rotor protoflux ψdq with the stator winding must be added to the electrokinetic energy. The mechanical kinetic energy of the rotor of an induction generator with the moment of inertia *J* and angular speed of rotation ω will be equal to $W_k = \frac{J\omega^2}{2}$. The mechanical potential energy will be associated with the final elasticity C_{12} of the elements of the mechanic part of the system under consideration, namely, the connection of the generator shaft and the drive motor using a kinematic link, for example, a clutch. Thirdly, it is necessary to consider the dissipative function *D*, since during the operation of the induction generator there are losses associated with the flow of electric current through the stator windings with a resistance *R*, and friction of the shaft and rotor against the air, as well as friction in the bearings, which is characterized by the friction coefficient μ. We neglect magnetic losses. An important nuance is that inductance and protoflux are functions of the mechanical coordinate. We denote kinetic and potential energy as *K*, *P*, respectively. Thus, we obtain the equations:

$$K = \frac{1}{2}\left(J\omega^2 + L\left(\frac{dq}{dt}\right)^2\right) + \psi\frac{dq}{dt};$$

$$P = \frac{1}{2}\left(\mu\omega^2 + \frac{q^2}{C}\right);$$

$$D = \frac{1}{2}\mu\omega^2 + R\left(\frac{dq}{dt}\right)^2.$$

АНАЗІЗ РОБОТИ БЕЗЩІТКОВОГО ГЕНЕРАТОРА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ З НЕКЕРОВАНИМ ВИПРЯМЛЯЧЕМ

Маслєнніков А.М., Михайличенко О.С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Безщітковий генератор постійного струму (БГПС) також має назву вентильний генератор постійного струму саме через наявність напівпровідникового перетворювача – керованих (транзистори, тиристори) або некерованих вентилів (діоди). Вибір типу вентилів та способів керування дозволяє створювати систему із зворотним зв'язком, регулювати та стабілізувати вихідну напругу, отримувати зворотність електричної машини – працювати в режимі двигуна або генератора. Наявність системи керування призводить до зростання вартості агрегату і тому виникає інтерес до регулювання механічної потужності, що підводиться до БГПС з некерованим випрямлячем.

Найпростішим напівпровідниковим елементом є діод. Він є некерованим вентилем, завдяки якому можливо реалізувати дві схеми випрямляча: мостову та з нульовим проводом [1]. Для створення випрямлячів напруги і струму БГПС використовують сучасну елементну базу – діоди Шотткі [2]. На рис.1 наведено осцилограми фазного струму та напруги БГПС при номінальному режимі роботи та використанні мостової схеми в якості випрямляча змінної трифазної напруги при активному навантаженні. Деяке спотворення форми струму та напруги призводить до збільшення додаткових втрат потужності через наявність вищих гармонік. Якщо розрахувати площу півхвилі, яка буде охоплена синусоїдальною формою струму без спотворень та наведеної формою струму на рис.1 (для одного і того ж періоду), то це значення для синусоїдальної форми струму без спотворень буде більше на 23 %. Таким чином, при роботі БГПС із випрямлячем за мостовою схемою він працює з деяким недовантаженням. Електромеханічні процеси перетворення енергії в вентильних генераторах залежать від комутації напівпровідникових елементів, реакції якоря та самої конструкції генератора. Тому при проєктуванні БГПС та розрахунку струмів й напруг слід враховувати ці особливості роботи з випрямлячем.

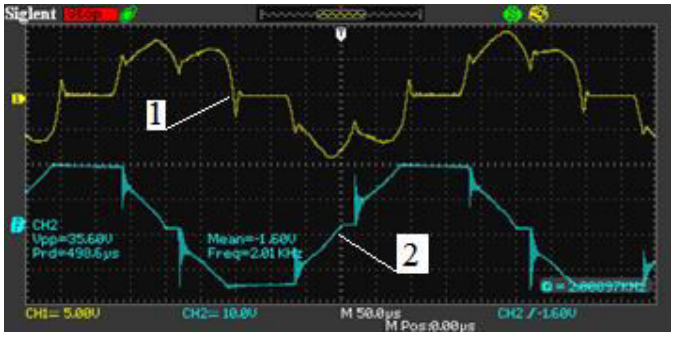


Рис. 1 – Осцилограма фазного струму (1) та

Література:

1. Возняк О. Некеровані випрямлячі. *Електроніка від Возняка*. URL: http://vozom.org.ua/index.php/nekerovani-vypriamliachi (дата звернення: 07.04.2025).

2. Діод Шотткі. *Про електроніку, техніку, IT, інженерію*. URL: https://e-lab.com.ua/electronics-basics/diod-shottki.html (дата звернення: 08.04.2025).

МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ ШВИДКІСНОГО ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ

Маслієв В.Г., Якунін О.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Перспектива вступу України до Європейського союзу викликає необхідність у глибокій модернізації залізничного транспорту. Перш за все це стосується його пасажирської складової, де швидкості руху суттєво менші, ніж у Європі. Причини цього обумовлені як конструкцією колії, так і відсутністю швидкісного транспорту. Колія Укрзалізниці не пристосована до швидкісного руху внаслідок того, що має близько 30% кривих ділянок, де максимальну швидкість обмежено - для забезпечення необхідного комфорту пасажирів по рівню (не більше 0,7 - 0,8 м/с^2) непогашеного прискорення,

Відомо два напрямки подолання цього обмеження, перший з яких, занадто коштовний, полягає у побудові високошвидкісної мережі колії, де криві ділянки відсутні, або мають великий (декілька кілометрів) радіус кривизни. Другий шлях, значно менш коштовний, полягає у обладнанні швидкісного рухомого складу системами для нахилу кузова до центра кривої ділянки колії, щоб компенсувати відцентрову складову «непогашеного прискорення» за допомогою складової гравітаційної сили. Такі системи (механічні, гідравлічні, електромеханічні - за конструкцією та принципом дії) широко розповсюджені за кордоном і досягли певної технічної та експлуатаційної досконалості.

Математичне моделювання менш затратне, ніж натурні випробування транспортних засобів (ТЗ), але воно містить численні припущення, що впливає на результати. До прикладу, фахівці розглядають кути набігання гребнів коліс на рейки – як відомі константи. Але ці кути є функціями від багатьох факторів та умов руху ТЗ. У результаті, виникають похибки при обчисленні показників динаміки та безпеки руху. Тому, наукові дослідження, що спрямовані на синтез математичних моделей, які детально враховують особливості системи «рухомий склад - колія», залишатися актуальною проблемою. За допомогою синтезованої математичної моделі встановлено, що при обладнанні ТЗ системою для примусової радіальної установки колісних пар, на кривій ділянці колії з радіусом 350 м та підвищенням зовнішньої рейки 0,15 м, швидкість руху, може бути підвищено з 70 до 136 км/год. Величина відносного зносу гребнів коліс залишається на рівні 1,8 мм/10 тис. км пробігу.

При обладнанні ТЗ системою для примусового нахилу кузова, на кривій ділянці колії з радіусом 350 м та підвищенням зовнішньої рейки 0,15 м, швидкість руху можна підвищити з 88 до 120 км/год - без перевищення рівня непогашеного прискорення 0,8 м/с^2.

Доведено доцільність одночасного обладнання транспортних засобів системами для примусової радіальної установки колісних пар та нахилу кузова на маршруті, який містить 30% кривих з радіусом, що наближений до 350 м, що зменшить час руху поїздів на 8,3%. Цей відсоток буде пропорційно зростати відповідно до збільшення протяжності кривих ділянок колії на маршруті.

ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ ТЕРМІСТОРНИХ РЕЛЕ ЗАХИСТУ

Милашич А.В., Чепелюк О.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Термісторні реле є важливими електричними апаратами для захисту електродвигунів, трансформаторів та інших електротехнічних об'єктів від перегріву. Принцип їх роботи базується на зміні опору термістора залежно від температури. Якщо температура в місці встановлення термістора перевищує допустимий рівень, опір термістора різко змінюється, що активує реле та вимикає електрообладнання або подає сигнал у систему керування.

Метою роботи є аналіз конструктивних рішень термісторних реле захисту.

Термісторні реле можуть бути аналоговими або мікропроцесорними. Аналогові термісторні реле функціонують за простим принципом – вони зчитують зміну опору термістора і активують вихідний елемент при досягненні критичної температури. Це надійні пристрої, які відзначаються стабільною роботою, але мають обмежену гнучкість у налаштуванні. Прикладами є Eaton EMT6 [1] та Siemens 3RN1. Час спрацьовування таких реле зазвичай становить 50-200 мс.

Термісторні реле містять у своїй конструкції вихідне електромагнітне реле, яке замикає або розмикає контакти під час зміни стану термістора. Вони застосовуються в більшості класичних схем і є надійним рішенням для управління колами керування. Максимальний струм комутації для таких реле зазвичай становить 5-10 А, а напруга живлення може варіюватися від 24 В AC/DC до 230 В AC.

Мікропроцесорні реле мають складнішу архітектуру і дозволяють точно налаштовувати температурні пороги, час затримки та інші параметри. Вони можуть взаємодіяти з PLC-системами і мають додаткові функції самодіагностики. Серед прикладів можна навести ABB CM-MSS [2], Schneider Electric LT3SA, Siemens 3RN2 [3]. Такі реле можуть мати функції пам'яті перегріву, а також інтегровані виходи для зв'язку через Modbus, CAN або інші системи бездротового зв'язку.

Сучасні термісторні реле мають: індикацію стану, можливість інтеграції з PLC через цифрові виходи або протоколи зв'язку, функцію аварійного скидання.

Таким чином, термісторні реле є ефективним і необхідним рішенням для захисту електрообладнання, а їх конструктивні особливості дозволяють вибрати пристрій відповідно до вимог конкретного застосування.

Література:

1. https://manuals.plus/uk/eaton/emt6-k-electric-thermistor-overload-relay-manual
2. https://library.e.abb.com/public/5afc99dcbb0d41b7a19bb6caac461085/2CDC112220D0201.pdf
3. https://docs.rs-online.com/df1e/A700000012598475.pdf

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ПРОЄКТУВАННЯ ТА ПЕРЕВІРКИ РОЗРАХУНКІВ ДВИГУНІВ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

Мілих В.І., Гончаров М.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Двигуни постійного струму продовжують вдосконалюватись. Зважаючи на багатогранність розрахунків, розроблено програмне забезпечення для їх автоматизованого проєктування, що має прискорити та полегшити його процес.

Застосовано кросплатформену скриптову мову Lua, яка надає можливість реалізації програмних сутностей за мінімумом синтаксичних засобів. Мова інтегрована у програму FEMM, що дозволяє перевірити результати проєктування за допомогою розрахунків магнітних полів методом скінчених елементів. Програмне забезпечення проєктування виконано на основі класичної методики і охоплює електромагнітний, тепловий та вентиляційний розрахункові розділи.

Для використання табличної та графічної інформації вона перетворена у довідникової цифровий файл. За допомогою сформованих апроксимуючих функцій програма сама визначає довідникові дані у числовій формі у відповідних частинах коду. В деяких складних випадках, де вибір залежить від користувача, запланований діалоговий режимі між ним і програмою. Комунікація зі скриптом відбувається через файл вихідних даних та діалогові вікна. Увагу приділено магніторушійним силам (МРС) обмоток, що є ключовими етапами розрахунків. Запропонована і реалізована математична модель для обчислення магнітної індукцій в сильно насичених зубцях осердя якоря. Вона базується на ітераційному розрахунку розподілу магнітного потоку між зубцями і пазами цього осердя. По досягненню заданої точності розрахунок завершується, проте для запобігання розходження ітераційного процесу застосовано метод нижньої релаксації. Також графічні розрахунки МРС при навантаженні замінено чисельним інтегруванням за перехідною характеристикою двигуна.

Для тестування створеного програмного забезпечення автоматизованого проєктування обрано двигун постійного струму серії 4П заводу «Електромашина» з такими параметрами: потужність 80 кВт, напруга 440 В, частота обертання 1500/2600 об/хв, напруга незалежного збудження 220 В. Саме цього мінімуму даних достатньо для виконання повного проєкту двигуна.

Порівняно результати таких варіантів розрахунків: 1) заводське проєктування разом з даними стендових випробувань виготовленого зразка двигуна; 2) «ручне» проєктування за класичною методикою, виконане авторами роботи; 3) автоматизоване проєктування за розробленою авторською програмою.

Виявлено, що автоматизоване проєктування за створеною програмою надало адекватні результати з достатньо високою точністю. Але головною перевагою такого проєктування є те, що розрахунки тривають лічені хвилини, на відміну від традиційного проєктування, яке триває тижнями і навить місяцями. Зазначене засвідчило високу ефективність створеного програмного продукту для автоматизованого проєктування двигунів постійного струму.

КРИТЕРІЙ ВИБОРУ НАПІВПРОВІДНИКОВОГО КОМУТАТОРА В ЕЛЕКТРОФІЗИЧНОМУ УСТАТКУВАННІ НА БАЗІ ЄМНІСНИХ НАКОПИЧУВАЧІВ ЕНЕРГІЇ

Мостовий С.П., Бахвалов О.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Створення багатьох конструкцій електрофізичного устаткування різного технологічного призначення стало можливим завдяки використанню тиристорних керованих комутаторів в розрядних колах ємнісних накопичувачів енергії, які функціонально замінили класичні типи розрядників. В зв'язку з тим, що тиристори таких комутаторів працюють в режимах значно відмінних від паспортних, виникла необхідність в створенні розрахункової моделі, яка дозволяє для заданого типу тиристору визначати область допустимих значень таких параметрів установки, як накопичувана енергія, робоча напруга, тривалість та частота розрядних імпульсів. При розробці моделі було прийнято припущення про пряму пропорційність теплових втрат від величини заряду, який пройшов крізь комутатор. Головним обмежуючим параметром при цьому визначено паспортне значення критичної швидкості наростання струму тиристора у відкритому стані g, яке знаходиться в діапазоні від 50 до 2000 А/мкс (відповідно для силових та швидкодіючих імпульсних тиристорів). Для значного кола технологічного устаткування розрядний режим характеризується добротністю більшою 2, і відповідно тривалість першого напівперіоду розрядного струму достатньо точно визначається за формулою: $\Delta t \approx \pi\sqrt{LC}$, де L, C-значення індуктивності та ємності розрядного контуру. Максимальне значення розрядного струму при цьому розраховується як $I_{max} \approx U_{0C}\sqrt{C}/\sqrt{L}$, де U_{0C} – початкова напруга на ємнісному накопичувачі. Припускаючи, що максимальне значення розрядного струму буде досягнуте за половину тривалості напівперіоду розрядного струму Δt, визначимо величину заряду, який пройшов через тиристорний комутатор за цей проміжок часу, виражений через параметр g за формулою: $U_{0C}C = kg\Delta t^2/2\pi$, де k – коефіцієнт запасу, який визначений з досвіду експлуатації гібридних та безконтактних тиристорних апаратів захисту та керування і має значення в діапазоні 0,55-0,6. Формула дає можливість визначити критичні значення ємності та початкової напруги ємнісного накопичувача і відповідне їм значення індуктивності, що дозволяє проводити вибір параметрів розрядного контуру під конкретний технологічний режим.

ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ СИГНАЛУ ІМПУЛЬСНИХ АКУСТИЧНИХ ВИПРОМІНЮВАЧІВ НА ОСНОВІ ІНДУКЦІЙНИХ ДИНАМІЧНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ

Мостовий С.П., Бахвалов О.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Відомі конструкції індукційно - динамічних акустичних перетворювачів, заснованих на взаємодії імпульсного магнітного поля з індукованими струмами в електропровідних механічно защемлених коливальних елементах, які передають механічний імпульс пружному середовищу і, таким чином, випромінюють акустичний сигнал. Переріз елемента при такому імпульсному впливі здійснює коливання в радіальному та окружному напрямках, які супроводжуються деформаціями «розтягнення-стискування» середньої поверхні елементу. Основна область концентрації таких коливань (на прикладі механічно защемленого круглого диску) нами визначена за результатами вимірювань амплітудних значень вібраційних прискорень поверхні диску. Встановлено, що основні гармоніки імпульсного сигналу, який представляє собою цуг з декількох коливань, зосереджені в області диску з радіусом, що дорівнює величині 0,4 радіусу диску. Також виявлено, що під час створення імпульсного магнітного поля під індуктором виникає кругова хвиля, яка формує в середовищі імпульс стиснення. В той же час центральна ділянка диску формує імпульс розрідження. Інтерференція хвиль, які генерують ці ділянки поверхні диску, створюють акустичний імпульс складної форми. В подальшому, рухаючись від вузла защемлення до центру диску, кругова хвиля призводить до формування в центральній зоні остаточного імпульсу тиску (цуга коливань).

Використання механічно закріпленої на випромінюючій стороні в центральній зоні перетворювача демпфуючої накладки (армуючого демпфера) зі значною згинальною жорсткістю значно зменшує власні паразитні коливання диску. Наприклад, для диску діаметром 0,54 м були використані демпфери діаметром 0,1м з жорсткістю в 3-70 разів більшою за жорсткість матеріалу диску. В діапазоні акустичного сигналу декілька кілогерц зафіксовано збільшення інтенсивності корисного сигналу на 3-4 дБ з одночасним (до 3дБ) зменшенням інтенсивності хвостової частини акустичного імпульсу, пов'язаною з механічними процесами у внутрішніх конструктивних елементах випромінювача завдяки, в тому числі, поглинанню коливань матеріалом демпфера (при коефіцієнті відбиття звукових хвиль на границі «диск-демпфер» 0,154).

ОСОБЛИВОСТІ АКУСТИЧНОГО СИГНАЛУ ПРИ НИЗЬКОВОЛЬТНОМУ ЕЛЕКТРОРОЗРЯДІ В РІДИНІ

Мостовий С.П., Черба Н.С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Механічний та акустичний вплив розширення плазмового каналу, створений високовольтним електричним розрядом в електропровідній рідині, широко використовується в електрофізичних технологіях різного призначення. Переважна більшість відомих досліджень присвячена розгляду цих та супутніх явищ при високовольтному (з початковою напругою 20-50 кВ) розряді. Проте, в ряді технологій, важливим є обмеження робочої напруги устаткування величиною 3-6 кВ. Наведемо далі результати дослідження параметрів акустичного сигналу електроакустичного перетворювача для генерації акустичних хвиль в рідині при низьковольтному електричному розряді. Величина розрядного проміжку перетворювачів (системи електродів «голка-голка» та «компланарні циліндри») складала 3,0…15,0 мм; діапазон напруг ємнісного накопичувача енергії $U =$ 2,0…4,5 кВ; величина ємності $C = 40…400$ мкФ; індуктивність розрядного контуру 20 мкГн; інтервал електропровідності рідини 1,0 мСм/м – 2,5 См/м. Розрядний струм мав аперіодичну форму с тривалістю фронту 50…100 нс при тривалості імпульсу 250…300 мкс (на рівні 0,1). Акустичний сигнал мав вигляд цугу тривалістю 2,0…2,2 мс, він складався з декількох (4 - 5) коливань, був подібним по формі до амплітудно модульованого сигналу. Спектр акустичного сигналу характеризується смугою частот в діапазоні 1,5 кГц – 7 кГц з підйомами спектральної щільності поблизу частот 2,0; 3,4; 4,2; 5,5; 6,3 кГц. Експериментальні дані амплітудних значення імпульсу тиску P_m, 10^6 Па та струму I_m, 10^3А були апроксимовані і мають наступний вигляд:

$$P_m = 0{,}182U + 0{,}0316,$$

$$I_m = 0{,}0206C + 4{,}2.$$

Слід зауважити, що амплітудні значення імпульсу тиску в рідині при зростанні електропровідності до 2,5 См/м зафіксовані лінійно зниженими в середньому на 35 відсотків.

ПЕРСПЕКТИВНІ КОНСТРУКЦІЇ ЕЛЕКТРО-ДИЗЕЛЬНИХ ЛОКОМОТИВІВ ДЛЯ ЗАЛІЗНИЦЬ УКРАЇНИ

Немашкало В.С.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Для забезпечення безперебійного руху без заміни локомотивів на частково електрифікованих залізничних маршрутах використовуються електро-дизельні локомотиви. Вони допомагають уникнути тривалого використання дизельних двигунів в режимі руху на електрифікованих ділянках шляху, зменшуючи витрати пального та екологічне навантаження. Ці локомотиви можуть бути сконструйовані або модифіковані для роботи переважно в електричному режимі, с застосуванням додаткового дизельного режиму при плавному перемиканні між обома. Розглянемо перспективні для України технічні рішення в конструкції локомотивів розглядає мого типу. Одним із типів є електро-дизельних локомотивів, по суті, електровоз із допоміжним дизельним двигуном, призначений головним чином для роботи на низькій швидкості або на короткі відстані. Примітним прикладом є британська залізниця класу 73, і подібні одиниці, такі як клас 74, були переобладнані з чисто електричних локомотивів. Вони зазвичай використовувалися в південному регіоні Британських залізниць для руху на неелектрифікованих ділянках і маневрування човнових поїздів на трамвайних коліях у таких портах, як Саутгемптон і Веймут. Дизельні двигуни в цих локомотивах значно менш потужні, ніж їхні електричні аналоги – наприклад, дизельний лише 600 к.с. (450 кВт) проти 1600 к.с. (1200 кВт) електричний – але все ще здатні генерувати тягу, порівнянну з дизельними двигунами, хоча й на нижчих швидкостях. Пізнішою концепцією є локомотив «Last Mile Diesel», який набув популярності в континентальній Європі з 2010 року. Ці електровози оснащені компактними дизельними двигунами для руху на низькій швидкості, головним чином для завантаження вантажів і пересадок у місцях, де немає електрифікації. Це усуває потребу в окремих дизельних перемикачах. Інший тип - це тепловоз з електричним приводом. Наприклад, DM30AC 501 працює переважно як тепловоз, але також може отримувати електроенергію від третьої рейки (750 В постійного струму), як, наприклад, у Нью-Гайд-парку, США. Подібні локомотиви включають EMD FL9, GE Genesis P32AC-DM і EMD DM30AC. Вони забезпечують безперешкодне пересування між електрифікованими та неелектрифікованими сегментами або через тунелі, де робота дизеля обмежена через викиди. Ці локомотиви обслуговують Нью-Йоркські центральні вокзали та станції Пенн, де дизельні двигуни заборонені в тунелях. Одною з найперспективніших конструкції є гібридний локомотив представляють собою конструкцій, які використовують батареї як основне джерело живлення, які заряджаються від бортового дизельного двигуна замість зовнішнього джерела живлення. Одним із прикладів є локомотив Green Goat GG20B, розроблений Railpower Technologies, частиною RJ Corman Railroad Group, з 2009 року.

ГІБРИДНА ТЯГОВА СИСТЕМА ДЛЯ ДВОРЕЖИМНОГО ЛОКОМОТИВУ

Немашкало В.С., Рябов Є.С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Електрифікація українських залізниць складає близько 50%. Однак частина важливих маршрутів проходить неелектрифікованими ділянками, що приводить до необхідності змінювати локомотиви. Це призводить до зростання вартості перевезень та їх тривалості. Подолання цих негативних ефектів можливе при застосуванні локомотивів з дворежимним живленням [1]. Тягова система такого локомотиву містить як дизель-генератор для забезпечення автономного руху, так і обладнання для живлення від контактної мережі [2-4]. При використанні такого локомотиву не потрібно залучати додаткові локомотиви при русі електрифікованими та неелектрифікованими ділянками, а також для виконання маневрових переміщень.

Параметри локомотивів з дворежимним живленням визначаються умовами їх експлуатації. Розвитком тягових систем таких локомотивів є використання накопичувачів енергії. Такий підхід використано при створенні локомотиву Class 88 [5]. Накопичувачі використовуються для акумулювання енергії при електродинамічному гальмуванні, і потім використовуються для живлення тягового електроприводу та допоміжних систем.

Подальший розвиток накопичувачів на локомотивах з дворежимним живлення вбачається у їх використанні для забезпечення автономного руху. У цьому випадку накопичувач повинен заряджатися від контактної мережі при русі електрифікованою ділянкою. Це дозволить використовувати енергію з меншою вартістю, що сприяє зниженню вартості перевезень. Дизель-генераторна установка в такій системі використовується для підзарядки накопичувача, а також здійснює живлення тягової системи у режимах з найкращою паливною ефективністю. Розвиток цієї технології потребує подальших досліджень, які для об'єктів залізничного транспорту доцільно проводити шляхом математичного моделювання.

Література

1. Овер'янова Л.В., Рябов Є.С., Плютін О.І., Немашкало В.С. Локомотиви з дворежимним живленням. *2-а міжнародна науково-технічна конференція «Прогресивні технологіїзасобів транспорту», Харків, 05 – 06 грудня 2024 р.: Тези доповідей*. Харків: УкрДУЗТ, 2024. С.17.

2. Class ALP-45DP Locomotive URL: https://static1.squarespace.com/static/561e6ed5e4b039248a6a94aa/t/565f6990e4b0860912bcf262/1449093520706/ALP-45DP+Article+Railvolution-2010.pdf (дата звернення: 15.04.2025).

3. Rolling Stock. URL: https://www.stadlerrail.com/en/solutions/rolling-stock (дата звернення: 15.04.2025).

4. Vectron Dual Mode – keeps going where the wire ends. URL: https://www.mobility.siemens.com/global/en/portfolio/rolling-stock/locomotives/vectron/dual-mode.html (дата звернення: 15.04.2025).

5. Eurodual Battery Hybrid Locomotive URL: https://a.storyblok.com/f/269997/x/6c89da103d/eurodual_en.pdf (дата звернення: 15.04.2025).

ІНФОРМАЦІЙНИЙ ЗРІЗ ОБЛАСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ ЧАТУ COPILOT ТА КОМФОРТНОСТІ РОБОТИ В ЙОГО СЕРЕДОВИЩІ

Осичев О.В., Ткаченко А.О., Кунченко Т.Ю.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Чат Copilot базується на мовній моделі GPT-4. У різних програмних реалізаціях він може мати різні обмеження, але з першого досвіду використання видно, що це мало впливає на можливість освоїти його й користуватися ним. Відобразити можливості чату Copilot на одній сторінці неможливо. Тому покажемо на прикладі, як він вирішує типові завдання користувача, записані мовою користувача: розрахувати та побудувати графік амплітудно-частотної характеристики аперіодичної ланки та побудувати механічну характеристику асинхронного двигуна.

Навіть при загально поставленому завданні Copilot сам підбирає потрібні значення коефіцієнтів та використовує їх для розрахунків та графопобудови, що вказано нижче на рис. 1, 2. Значення коефіцієнтів можливо замінити на необхідні та скачати скрипт розрахункової програми для середовищ Matlab-Simulink у вигляді m-файлу для наступного типового використання без допомоги Copilot. Такий самий підхід працює і при необхідності побудови механічної характеристики асинхронного двигуна. Розрахункові формули записувати не потрібно, Copilot їх підбирає сам, хоча користувачу бажано перевірити, як і розрахункові скрипти. Тому не треба робити висновки, що така робота є розмивання інтелекту студента: Copilot теж іноді помиляється, особливо при виборі потрібних формул.

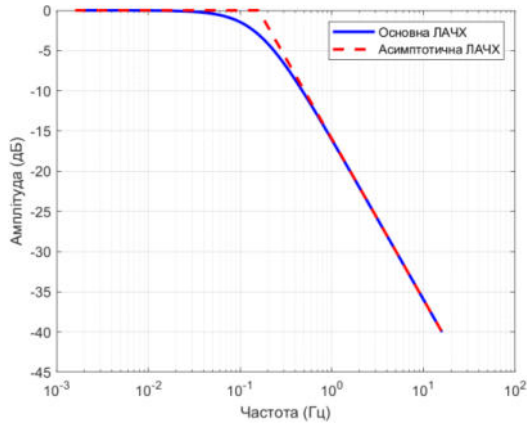


Рисунок 1 – ЛАЧХ аперіодичної ланки

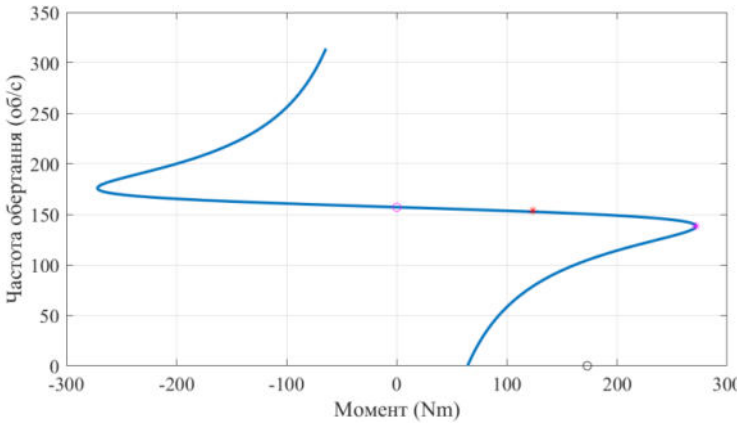


Рисунок 2 – Механічна характеристика асинхронного двигуна 4A160M2Y3

Таким чином, Copilot може багатократно зекономити час студента і викладача на виконанні суто технічних процедур пошуку необхідних посилань, а також при необхідності вивчення нової теми, відповіді на різні додаткові питання користувача.

ПЕРСПЕКТИВНІ РІШЕННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДНИХ СИСТЕМ ДЛЯ МАЛОТОННАЖНИХ СУДОВ

Павленко Т.П.[1], Зарицька О.І.[2], Шиндак Л.М.[1]

[1]Івано-Франківський Національний технічний університет нафти і газу м. Івано-Франківськ,

[2]Одеський Національний морський університет, м. Одеса

Особливість малотоннажних судов полягає у застосовуванні спеціального комплексу електроприводної системи та міцності конструкції гребного гвинта. Багато таких суден має дизель-генераторну схему живлення електроприводу руху судна. Але такі системи мають ряд недоліків [1,2], що впливають на надійність роботи гребного гвинта. Тому проблема таких суден є актуальною і потребує нових технічних рішень.

На міжнародних ринках світу пропонуються застосування високомоментних двигунів змінного струму у системах електроприводу повороту гвинта.

У даній роботі розглядаються можливості застосування синхронних двигунів з постійними магнітами у гребному комплексі AZIPOD в електроприводній системі повороту гвинта. В цілому це є азимутальний електричний капсульний привод (судовий движитель).

Унікальність такої системи полягає у відсутності редуктора і розповсюдження двигуна у гондолі поза корпусом судна. Також такі системи мають високомоментні двигуни. На валу двигуна розташований тяговий гвинт. Це дозволяє підвищити маневреність судна.

Застосування синхронних двигунів з постійними магнітами підвищують високу точність та надійність конструкції системи електроприводу руху гвинта. При цьому завдяки постійним магнітам створюється великий крутний момент на приводному валу двигуна. Керування частотою обертання синхронного двигуна з постійними магнітами в широкому діапазоні досягається за рахунок живлення від перетворювача частоти.

Таким чином, завдяки технічним рішенням, що розглянуто у роботі, досягається максимальний крутний момент при низьких значеннях частоти обертання гребного гвинта судна та підвищується маневреність. Для подальших досліджень застосовуються особливості конструкцій та роботи синхронних двигунів і створюються моделі можливих змін їх характеристик під час експлуатації.

Література:

1. Синхронний двигун с постійними магнітами в системі гребного комплексу AZIPOD / Т.П. Павленко, О.І. Зарицька, Л.М. Шиндак //XXXII Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я (MicroCAD-2024, м. Харків)». С.77. Формат проведення – онлайн.

2. Павленко Т.П. Аналіз конструкції електроприводної системи AZIPOD і основних функціональних елементів / Т.П. Павленко, О.І. Зарицька, Л.М. Шиндак // International Science Journal of Engineering & Agriculture - 2023; 2(6): 53-64 doi:10.46299/j.isjea.20230206.07.

ВИКОРИСТАННЯ КОМЕРЦІЙНИХ ПРОГРАМНИХ ПРОДУКТІВ ДЛЯ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ СУМІСНОСТІ: ДЕЯКІ ПРИКЛАДИ

Пантелят М.Г., Мясоєдов П.С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Для комп'ютерного розв'язання задач, безпосередньо пов'язаних з електромагнітною сумісністю (EMC) різноманітних технічних і медико-біологічних об'єктів і систем, має сенс використовувати комерційні платформи обчислювального моделювання, які відповідають вимогам, що висуваються стосовно чисельного дослідження відповідних процесів і явищ. Тому, представляє інтерес порівняння особливостей відповідних програмних засобів з метою зробити обґрунтований вибір професійного комерційного програмного забезпечення для реалізації розрахункових досліджень.

На рис. 1-3 наведено приклади результатів, отриманих при використанні достатньо розповсюджених комерційних програмних продуктів для чисельного розв'язання задач EMC. Узагальнення інформації стосовно розглянутих програмних комплексів дозволяє попередньо обрати для застосування професійні програмні засоби CST Studio Suite та/або COMSOL Multiphysics у разі отримання можливості безоплатного використання зазначеного програмного забезпечення, наприклад, завдяки участі у програмах міжнародного наукового співробітництва.

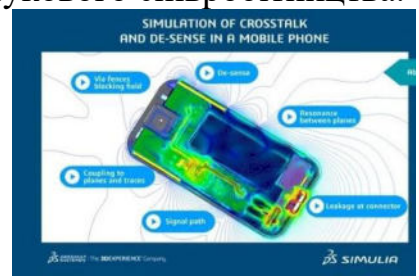


Рис. 1 – Приклад комп'ютерного моделювання задач EMC (мобільна телефонія) з використанням комерційного програмного продукту CST Studio Suite (https://www.3ds.com/products/simulia/electromagnetic-simulation/compatibility)

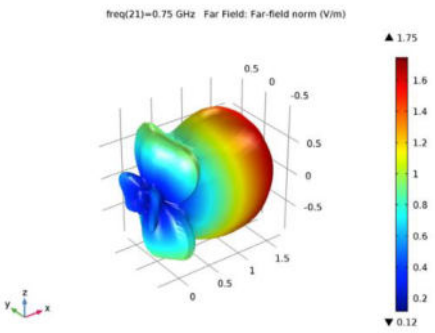


Рис. 2 – Результати розрахунку діаграми спрямованості антенної системи з використанням комплексу програм COMSOL Multiphysics (тривимірне моделювання) (https://www.comsol.com/blogs/designing-accurate-emcemi-testing-equipment-with-rf-modeling)

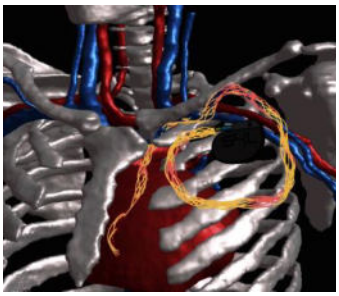


Рис. 3 – Приклад детальної розрахункової моделі фрагмента тіла людини для розв'язання задач EMC для оцінки безпеки МРТ з використанням платформи Sim4Life (https://sim4life.swiss/#tools)

ПЕРСПЕКТИВИ СТВОРЕННЯ ТЯГОВИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ТУРБОДЕТАНДЕРНИХ ГЕНЕРАТОРІВ

Пастухов М.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Одним з напрямів розвитку електрифікація залізниць є створення автономних тягових електростанцій працюючих безпосередньо від джерел енергії які розташовано неподалік. Такий підхід знижує витрати енергії при транспортування від магістральних електричних мереж та надає можливості створення спеціалізованих джерел живлення для електричної тяги. Досвід аналогічних підходів до створення спеціалізованих електростанцій мають європейські країни Швейцарія та Немічена. Перспективними ділянками для застосування таких технологій можуть бути гірські місцевості де паралельно до залізниці прокладено магістральні газопроводи, наприклад у Карпатах (Україна) та горах центральної Азії (Узбекистан). Спеціалізовані турбодетандерні генераторні агрегати надають можливості електрифікувати ділянки залізниці, як на постійному, так і змінному струмі. Турбодетандорні генератори [1], які можливо застосувати для цієї мети, мають високу швидкість обертання понад 100 000 об/хв. , що обумовлює використання електричних генераторів підвищеної частоти які працюють сумісно з багатофазними випрямлячами. Для випадку системи електропостачання постійного струму – некерованими, а для системи тяги змінного струму – керованими безпосередніми. Перетік залишків енергій до єдиної енергосистеми, що виникає в час часткового навантаження, проходить завдяки контактній мережі та підсилюючим ланцюгам до інших тягових підстанцій. До переваг запропонованої технології є можливість локально електрифікувати віддалені гірські місцевості без будівництва додаткових ліній електропередач.

Основною технічною проблемою при створення таких електростанції є розробка спеціалізованого високочастотного електрогенератора. Розглянемо основні напрями наукових досліджень які обумовлять створення генератора: створення магнітної системи генератора індукторного типу на основі магнітних матеріалів з низькими втратами; розробка спеціалізованих обмоток статора з можливістю низькотемпературного охолодження; розробка спеціалізованої низькотемпературної газової системи охолодження; визначення механічних процесів роботи газодетандортної електростанції в режимах навантаження ділянкою залізничного шляху. Проведення досліджень в обумовлених напрямках нададуть можливість створення енергоефективної технологій для підвищення пропускної спроможності електрифікованих залізниць.

Література:

1. Turbogaz. Дизельні генераторні установки [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://turbogaz.com.ua/uk/equipment/dgu_ua (дата звернення: 08.04.2025).

АСИНХРОННИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД З ВЕКТОРНИМ КЕРУВАННЯМ МЕХАНІЗМУ ПОДАЧІ МЕТАЛОРІЗАЛЬНОГО ВЕРСТАТА

Пиленко А.В., Аніщенко М.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В якості приводів механізму подачі в сучасних металорізальних верстатах з числовим програмним керуванням (ЧПК) використовують як електродвигуни змінного, так і постійного струму.

Під час модернізації механізму подачі електроприводи (ЕП) постійного струму, як правило, замінюються електроприводами змінного струму, як асинхронними так і синхронними.

В роботі розглядається використання ЕП з асинхронним двигуном з короткозамкненим ротором і системою векторного керування. Асинхронний ЕП з векторним керуванням забезпечує такі ж самі регулювальні характеристики як ЕП постійного струму.

Система векторного керування побудована за схемою підпорядкованого регулювання координат і має два незалежних канали регулювання:

• канал регулювання швидкості з внутрішнім підпорядкованим контуром регулювання активної складової струму статора.

• канал керування потокозчепленням ротора з внутрішнім підпорядкованим контуром регулювання реактивної складової струму статора.

Для ЕП подачі металорізальних верстатів використовується слідкувальний (позиційний) ЕП. При використанні схеми підпорядкованого регулювання координат контур регулювання положення буде зовнішнім по відношенню до контуру регулювання швидкості. Слідкувальний ЕП має негативний зворотний зв'язок за положенням.

В металорізальних верстатах з пристроями ЧПК використовується програмний режим керування, при якому необхідний закон переміщення робочого органу відомий заздалегідь і формується за допомогою керуючої програми.

Основною характеристикою слідкувального ЕП є помилка стеження замкненої системи слідкувального приводу, що характеризує точність відтворення слідкувальним електроприводом вхідного керуючого сигналу.

Для підвищення точності слідкувального ЕП у статичних і динамічних режимах застосовуються системи комбінованого керування.

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРОВОЗІВ З АСИНХРОННИМИ ТЯГОВИМИ ДВИГУНАМИ В СИСТЕМІ ТЯГИ

Прядко О.В.
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, м. Харків

Використання електровозів з асинхронними тяговими двигунами є найбільш поширеною тенденцією розвитку магістрального електрорухомого складу залізниць у світі [1]. Впровадження тягового асинхронного електроприводу дозволяє підвищити тягові властивості рухомого складу. Однак для одночасного зменшення споживання енергетичних ресурсів необхідне впровадження технічних рішень, що підвищують ефективність системи перетворення енергії у електрорухомому складі, частиною якого є вантажні та пасажирські локомотиви – електровози. Розглянемо основні напрями підвищення ефективності. Найбільше енергоспоживання на електровозах відбувається у системі тягового електроприводу. Тому першим шляхом є застосування енергозберігаючих технологій у системі приводу. Тяговий привод електровозів складається з багатодвигунного тягового електроприводу та вхідного перетворювача. Вважаючи значно змінний характер навантаження тягового приводу, який обумовлений режимами руху потягу та режимами роботи тягового приводу (розгін, рух на вибігу та рекуперативне гальмування), раціонально використання тягового приводу в режимах з найбільшим ККД. Для цього, як показали дослідження вітчизняних [2] та закордонних [3] дослідників, можливо часткове відключення частини тягових двигуна в режимах неповної тяги. Іншим напрямом досліджень є зменшення витрат на перетоці енергії від тягової підстанції до тягових двигунів та навпаки, які виникають завдяки подвійному перетворенню енергії при рекуперації [4]. Для цього раціональне застосування бортових накопичувачів енергії, які зменшують втрати енергій виключаючи з процесу перетворення вхідний перетворювач електровозу, контактну мережу та тягову підстанцію.

Література:

1. Любарський Б. Г. Теоретичні основи для вибору та оцінки перспективних систем електромеханічного перетворення енергії електрорухомого складу : дис. ... д-ра техн. наук : 05.09.03 / Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут». – Харків, 2014. – 368 с.

2. Riabov, I., Goolak, S., Kondratieva, L., Overianova, L. Increasing the energy efficiency of the multi-motor traction electric drive of an electric locomotive for railway quarry transport Engineering Science and Technology, an International Journal, 2023, 42, 101416, https://doi.org/10.1016/j.jestch.2023.101416

3. Fedele, E., Iannuzzi, D., Del Pizzo, A.: Onboard energy storage in rail transport: Review of real applications and techno-economic assessments. IET Electr. Syst. Transp. 11(4), 279–309 (2021). https://doi.org/10.1049/els2.12026

4. M. Steiner, M. Klohr and S. Pagiela, "Energy storage system with ultracaps on board of railway vehicles," 2007 European Conference on Power Electronics and Applications, Aalborg, Denmark, 2007, pp. 1-10, doi: 10.1109/EPE.2007.4417400.

ЗАСОБИ АНАЛІЗУ ВИБУХОЗАХИСТУ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ

Рибаков В.К., Таболіна Ю.Д., Котляров В.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Аналіз інформаційних джерел з вибухозахисту, включаючи стандарти та інші нормативні документи, виявляє відсутність єдиного підходу до проектування вибухобезпечних електроприводів (ЕП). Вибухозахист компонентів ЕП може бути різних видів та досягатися кількома відомими методами, залежно від необхідного рівня безпеки обладнання та характеристик вибухонебезпечного середовища. Відсутність порівняльного аналізу цих методів ускладнює вибір найбільш доцільних проектних рішень з урахуванням вартості, технічних характеристик, надійності, умов експлуатації та сертифікації ЕП.

Для вибору засобів вибухозахисту ЕП можна використовувати його інформаційні моделі, наприклад, онтології, які структурують процеси проектування ЕП з урахуванням вимог вибухозахисту та подальшої сертифікації. Такі моделі формуються за допомогою ряда математичних методів теорії графів та логіки предикатів, що дозволяє формалізувати вимоги до ЕП та виявити залежності артефактів проектування один від одного. Аналіз цих залежностей методами імпакт-аналізу дозволяє виявляти взаємозв'язки проектних рішень у конструкції ЕП та прогнозувати, як зміна видів вибухозахисту впливає на ключові проектні характеристики (наприклад, відповідність температурним класам T1–T6) та сертифікаційні випробування.

Нами були розроблені онтології, що описують варіанти проектування ЕП у частині вибухозахисту двигунів для пилових вибухонебезпечних зон, де він забезпечується двома основними методами: оболонкою "t" або оболонкою під підвищеним тиском "p". Створена модель проектування дозволяє вибрати найбільш доцільний вид вибухозахисту залежно від складу вибухонебезпечного пилоповітряного середовища та необхідного рівня безпеки. Наприклад, для ЕП потужністю до 1 кВт, таких як привід засувки силосу на зерновому елеваторі, краще використовувати двигуни із захистом Ex t: він більш надійний (відсутність зовнішніх систем, на відміну від Ex p), економічний при експлуатації, але має більший нагрів у зв'язку із забезпеченням ступеня захисту IP6X і менш ремонтопридатний через ризик порушення герметичності, наприклад при заміні підшипників. Для ЕП потужністю понад 200 кВт, таких як механізм помолу клінкеру на цементному заводі, більш доцільно застосувати захист Ex p: він знижує нагрівання за рахунок активного теплообміну з продувним повітрям або інертним газом і вимагає меншої герметичності (IP4X), але збільшує вартість обладнання, експлуатації, додаткових випробувань та зменшує надійність через залежність від системи продування.

Використання розроблених онтологій проектування вибухозахисту ЕП структурує вибір подібних проектних рішень для їх аналізу та мінімізує ризики вибору рішень, що не відповідають умовам вибухозахищеності.

ДІАГНОСТИКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЕЛЕКТРИЧНИХ ДВИГУНІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ЦИФРОВИХ ДВІЙНИКІВ

Сахошко Т.Г., Плюгін В.Є.
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, м. Харків

Електричні двигуни є ключовими компонентами в промисловості, транспорті та енергетиці. Від їхньої надійності залежить ефективність технологічних процесів та безперервність виробництва. Традиційні методи діагностики потребують частих зупинок обладнання, що призводить до економічних втрат. Використання цифрових двійників дозволяє проводити моніторинг стану двигунів у режимі реального часу, прогнозувати можливі відмови та підвищувати експлуатаційну ефективність.

Розробка та впровадження методології діагностики технічного стану електричних двигунів на основі цифрових двійників для підвищення їхньої надійності та зниження експлуатаційних витрат.

Об'єктом дослідження є електричні двигуни змінного та постійного струму, що використовуються у промислових системах та енергетичних установках.

Предметом дослідження є методи та алгоритми діагностики технічного стану електричних двигунів на основі цифрових двійників, що враховують фізичні, електромагнітні та теплові характеристики обладнання.

Основні завдання дослідження полягають в аналізі сучасних методів діагностики електричних двигунів та їхніх недоліків; дослідженні можливостей використання цифрових двійників для моніторингу стану двигунів; розробці математичних моделей та алгоритмів діагностики на основі цифрових двійників; верифікації розроблених моделей на реальних даних.

Використання цифрових двійників у діагностиці електричних двигунів дозволяє значно підвищити точність моніторингу та прогнозування стану обладнання. Це сприяє зниженню витрат на технічне обслуговування, зменшенню аварійних зупинок та оптимізації виробничих процесів. Отримані результати можуть бути використані для створення автоматизованих систем діагностики, що підвищать надійність та довговічність електричних двигунів у різних сферах промисловості.

Література:

1. А. І. Купін, Д. І. Кузнєцов. Інформаційна технологія для групової діагностики асинхронних електродвигунів на основі спектральних характеристик та інтелектуальної класифікації. Кривий Ріг : Видавець ФО-П Чернявський Д. О., 2016. – 200 с. https://core.ac.uk/download/pdf/84274068.pdf

2. Pliuhin B., Zablodskiy M., Tsegelnyk Є., & Slovikovskyi O. (2022). Development of Imitation Model of an Electromechanical Energy Converter with a Solid Rotor in ANSYS RMxprt, Maxwell and Twin Builder . Lighting Engineering & Power Engineering, 61(1), 21–29. https://doi.org/10.33042/2079-424X.2022.61.1.03

ТИРИСТОРНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД З ПАРАМЕТРИЧНИМ КЕРУВАННЯМ СТЕЛАЖНОГО КРАНА-ШТАБЕЛЕРА

Свердлов А.О., Асмолова Л.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Крани-штабелери, популярність яких стрімко зростає, все частіше застосовуються на автоматизованих складах. Це пов'язано з високими темпами розвитку виробництва та електронної комерції, що зумовлює необхідність удосконалення складської логістики. Робота стелажного крана-штабелера супроводжується частими пусками та зупинками, тому важливим аспектом є вибір ефективної системи керування. Існує кілька типів замкнених систем керування, які забезпечують плавний пуск та гальмування електропривода (ЕП), зокрема параметричне, скалярне та векторне керування.

Параметричне керування полягає в регулюванні моменту або швидкості асинхронного двигуна шляхом зміни його основних параметрів: напруги та частоти живлення, опорів обмоток статора або ротора тощо. Для замкнених систем особливо перспективним є застосування ТРН-систем (тиристорно-регульованих напруг), в яких напруга змінюється за допомогою тиристорів або IGBT транзисторів у різних схемах включення.

Скалярне керування передбачає зміну частоти та напруги, що подається на обмотку статора двигуна. Цей метод доцільний для приводів із постійним навантаженням, де не потрібна висока динамічна точність.

У свою чергу, векторне керування базується на регулюванні моменту або швидкості двигуна відповідно до зміни миттєвих значень фази, амплітуди струму, напруги або потокозчеплення, а також просторового положення магнітного поля. Цей метод забезпечує високу точність регулювання швидкості, плавний запуск, широкий діапазон регулювання та інші переваги. Однак він вимагає точного знання параметрів двигуна, складніший у реалізації та дорожчий через обчислювальні ресурси і вартість компонентів.

Отже, для регулювання швидкості стелажного крана-штабелера доцільно обрати параметричне керування з використанням відносно недорогої системи ТРН-АД. Такий підхід забезпечує плавний запуск і гальмування електропривода, знижує пускові струми та енергоспоживання, а також відкриває можливості для створення нових підходів до формування пуско-гальмівних режимів у замкнених системах керування.

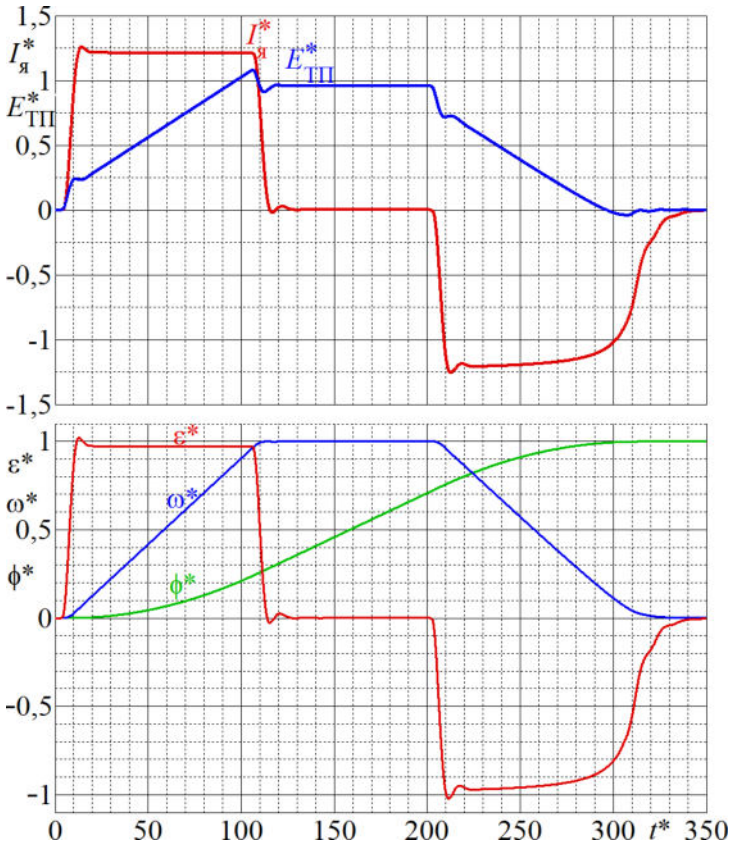
Література

1. Rucker A., Rief J., Fottner J. Development of a method for the energy efficiency determination of stacker cranes in automated high-bay warehouses. FME Transactions. 2020. Vol. 48. No. 4. pp. 753-760. DOI: 10.5937/fme2004753R

МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДА З ОБМЕЖЕННЯМ ПРИСКОРЕННЯ В РЕГУЛЯТОРІ ПОЛОЖЕННЯ

Семіков О. В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Структура регулятора положення (РП) з нелінійністю, яка динамічно налаштовується залежно від величини похибки положення, була раніше запропонована для обмеження прискорення в позиційному електроприводі (ЕП) з метою запобігання перерегулювання при великих переміщеннях, що можуть спричиняти насичення регуляторів швидкості та моменту сили або струму за відсутності обмежень на похідні за часом у сигналі завдання положення [1]. Такий нелінійний РП враховує залишкове переміщення як гальмівний шлях і забезпечує розрахунок попереднього завдання швидкості з урахуванням максимально допустимого прискорення з подальшим переходом до лінійного режиму регулювання при малих переміщеннях. Це зменшує чутливість до похибок у параметрах об'єкта керування під час роботи в нелінійній зоні порівняно з обмеженнями в сигналі завдання. Для ЕП постійного струму з таким РП побудовано комп'ютерну модель і змодельовано відпрацювання різних переміщень. На рисунку наведено результати для великих переміщень у безрозмірних одиницях: час відносно некомпенсованої сталої часу $t^*=t/T_\mu$, швидкість $\omega^*=\omega/\omega_{обм}$ та прискорення $\varepsilon^*=\varepsilon/\varepsilon_{обм}$ відносно обмежень, переміщення $\varphi^*=\varphi/\varphi_{зад}$ відносно заданого, струм якоря $I_я^*=I/I_{я\,н}$ та ЕРС перетворювача $E_{ТП}^*=E_{ТП}/U_{я\,н}$ відносно номінальних струму та напруги якоря. Результати моделювання показали очікуване обмеження координат ЕП без обмежень у сигналі завдання та без насичення регуляторів та перехід у лінійну зону РП, коли похибка регулювання відповідає малим переміщенням. Це підтверджує доцільність використання відповідного нелінійного РП.



Література:

1. Семіков О. В. Обмеження прискорення в позиційному електроприводі / тези доп. 32-ї Міжнар. наук.-практ. конф. MicroCAD-2024. – Харків : НТУ "ХПІ", 2024. – С. 84.

БАГАТОДВИГУННИЙ ЛІНІЙНИЙ ПОЗИЦІЙНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД ІЗ СИНХРОННИМИ ДВИГУНАМИ З ПОСТІЙНИМИ МАГНІТАМИ (PMLSM)

Силін М.К., Пшеничников Д.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У роботі розглянуто концепцію та особливості багатодвигунного лінійного позиційного електроприводу з синхронними двигунами з постійними магнітами (PMLSM). Запропоновано конфігурацію, у якій електромагнітна частина залишається стаціонарною, а переміщення забезпечується рухомими магнітами. Такий підхід дозволяє зменшити кількість рухомих елементів, підвищити надійність системи, спростити масштабування та уніфікувати алгоритми керування[1,2]. Проведено порівняльний аналіз стратегій керування багатодвигунними системами: централізованої, розподіленої, керування за принципом «ведучий-послідовник» та агентно-орієнтованої. Окрему увагу приділено останній, яка передбачає децентралізоване прийняття рішень кожним приводом-агентом та забезпечує високу адаптивність і відмовостійкість системи.

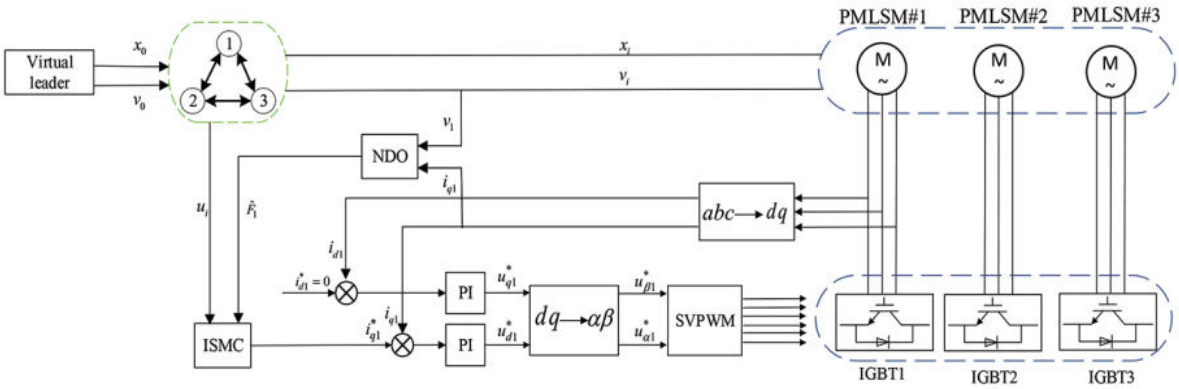


Рисунок 1 – Агентно-орієнтована система керування PMLSM

Література:

1. Wang Y., Hu G., Xu D.*, Pan T., Yang W., Huang W. Observer Based Finite-Time Consensus by Integral Sliding Mode Control for Multiple Permanent Magnet Linear Synchronous Motors // International Journal of Innovative Computing, Information and Control. – 2024. – Vol. 20, No. 4. – P. 1061–1075.

2. Gurbuz C., Kazan E., Onat A., Markon S. Linear Motor for Multi–Car Elevators: Design and Position Measurement // Turkish Journal of Electrical Engineering and Computer Sciences. – 2011. – Vol. 19, No. 6. – DOI: 10.3906/elk-1007-594.

ВІДБУДОВА ТА РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ МІКРОРАЙОНУ

Сініцина Є.А., Лобойко А.О.
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, м. Харків

У сучасних умовах розвитку міст, урбанізаційних процесів та постійного збільшення населення, важливою проблемою є забезпечення стабільного та ефективного електропостачання для житлових мікрорайонів. Електрична енергія знаходить широке застосування в усіх галузях сучасного життя завдяки своїм унікальним характеристикам. Вона здатна легко трансформуватися у майже будь-який інший вид енергії. Окрім цього, електроенергія зручно транспортується на значні відстані у великих обсягах з мінімальними втратами. Важливою перевагою також є можливість зміни її параметрів, таких як напруга або частота, що дозволяє адаптувати її до різних умов споживання. До того ж, електромагнітні процеси, що лежать в основі роботи електросистем, протікають з високою швидкістю, забезпечуючи миттєву реакцію на зміни в системі. [1]. На сьогоднішній день міські електроенергетичні системи досягли безпрецедентного рівня комплексності через постійне збільшення енергоспоживання, зростаючі стандарти надійності та енергоефективності.

Мета роботу полягає у реконструкції та проєктуванні системи електропостачання для мікрорайону міста. Проєктна документація включатиме детальні розрахунки електричних навантажень для житлових будинків, громадських та комунальних споруд, а також системи зовнішнього освітлення. В рамках роботи визначається оптимальна кількість, потужність та локації трансформаторних підстанцій 10/0,4 кВ на території мікрорайону [2]. Виконуються розрахунки та перевірка відповідності перерізів кабельних ліній для мереж як середньої (10 кВ), так і низької (0,4 кВ) напруги. Проводиться аналіз струмів короткого замикання у розподільчій мережі 10 кВ.

Предметом дослідження є методи аналізу та вибір за результатами технічних розрахунків підібраного оптимального електротехнічного обладнання для трансформаторних підстанцій.

Очікувані результати дослідження передбачають отримання комплексної методики оцінки енергоефективності міських електромереж із застосуванням цифрового моделювання. Також досліджується розробка алгоритмів прогнозування споживання електроенергії в різних режимах роботи мережі, що дозволить мінімізувати втрати енергії та підвищити загальну надійність системи.

Література:

1. Кирик В.В., Масалова Т.Б., Електричні системи та мережі. Режими роботи розімкнених мереж: навч. посіб. / Київ: НТУУ «КПІ», 2015. 256.с.

2. Бондаренко В., Черкашина В. (2020) Конструкції ліній електропередачі. Харків: «Факт», 2020. 174 с.

https://repository.kpi.kharkov.ua/server/api/core/bitstreams/1336f6d9-a795-4c1c-8d22-86e9a2dda79e/content

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ГОРІННЯ В ГАЗОВИХ ПАЛЬНИКАХ ПРОМИСЛОВИХ СУШАРОК

Словіковський О.М., Болбот І.М.

Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

У сучасних технологіях теплогенерації особливе значення має ефективність, безпечність і автоматизація процесів спалювання. Газовий пальник ГБГ-0,34, призначений для використання в системах сушильних установок, зокрема в моделі сушильного барабана СБ-240, забезпечує стабільне отримання теплової енергії шляхом змішування повітря та природного газу в камері згоряння з подальшим підпалом газоповітряної суміші. Робота пальника починається з подачі повітря, яке нагнітається осьовим вентилятором до головки пальника, створюючи необхідні тиск і витрату. Природний газ одночасно подається через систему клапанів та газову рампу, після чого змішується з повітрям для утворення однорідної суміші.

Автоматизована система управління створена з метою забезпечення безперервного, безпечного та ефективного функціонування пальника. В її основі лежить взаємодія кількох ключових елементів. Асинхронний двигун AIP71B4 відповідає за привід вентилятора, що подає повітря. Сервопривід шибера повітрозабірника TM230 регулює обсяг поданого повітря залежно від поточних потреб горіння. Перетворювач частоти ATV930U07N4 дозволяє гнучко змінювати оберти двигуна, забезпечуючи точність у контролі повітряного потоку. Координацію дій виконує контролер TM241CE, який забезпечує узгоджену роботу механізмів у складі системи. Людино-машинний інтерфейс реалізовано за допомогою сенсорної панелі Magelis HMISTU855, що дозволяє оператору задавати параметри, моніторити роботу та оперативно реагувати на зміни.

Усі перелічені компоненти є продукцією компанії «Шнейдер Електрік Україна» та дозволяють створити гібридну систему керування з цифровими і аналоговими каналами зв'язку. Такий підхід забезпечує підвищення енергоефективності, зниження витрат пального, покращення безпеки за рахунок автоматичних систем контролю й аварійного відключення, а також забезпечує стабільність температурного режиму, що позитивно впливає на якість процесу сушіння.

Література:

1. Атмосферні пальники в газових малометражних котлах [Електронний ресурс] / О. М. Скляренко, М. П. Сенчук, О. О. Вишегородська // Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання. - 2007. - Вип. 11. - С. 55-59. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/votp_2007_11_9

2. Raghavan V. Combustion Technology: Essentials of Flames and Burners. Springer, 2022. 206 p. https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-74621-6

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ХАРАКТЕРИСТИК БЕЗЩІТКОВОГО ДВИГУНА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

Слуцький Д. М., Юр'єва О. Ю., Шайда В. П.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Безщіткові двигуни з постійними магнітами (БДПМ) є важливим елементом сучасних електромеханічних систем завдяки своїй високій ефективності, надійності та компактності. Вони знаходять широке застосування в різних галузях, включаючи промисловість, транспорт, побутову техніку та робототехніку. Основною перевагою БДПМ є відсутність щіток, що зменшує зношення компонентів, підвищує надійність і термін служби двигуна [1].

БДПМ оснащується системою керування, яка містить інвертор, контролери, датчики напруги, струму, положення ротора [2]. Інвертор використовується для перетворення постійного струму в змінний, дозволяє регулювати частоту та амплітуду напруги, що забезпечує керування частотою обертання двигуна. Контролери та датчики положення ротора забезпечують точну синхронізацію роботи інвертора з положенням ротора, що підвищує ефективність та стабільність роботи двигуна.

Для ефективного керування БДПМ необхідно знати, в якому положенні ротора відносно статора отримуватиметься максимальний обертовий момент. Для дослідження було обрано серійний двигун BrotherHobby Tornado T5 3115 PRO 900KV (рис. 1) [3].



Рисунок 1 – Досліджуваний двигун

Керування вмиканням напівпровідникових елементів інвертора для живлення обмоток статора здійснюється за кутовою характеристикою двигуна. Для отримання кутової характеристики використовувався розрахунок магнітного поля методом скінчених елементів при змінюванні кута між осями полюсів статора та ротора в межах подвійного полюсного кроку.

Розрахунок електромагнітних характеристик двигуна показав, що максимальні значення електромагнітного моменту спостерігаються при куті зсуву 10°. Це дозволяє налаштовувати час вмикання діодів інвертора для досягнення оптимальної роботи двигуна.

Література:

1. Duman B. Motor Drivers. New Trends in Engineering, TABLET Kitabevi, 2022, 189 p.
2. D. Mohanraj et al. A Review of BLDC Motor: State of Art, Advanced Control Techniques, and Applications, IEEE Access, vol. 10, pp. 54833-54869, 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3175011.
3. BrotherHobby. Режим доступу : https://www.brotherhobbystore.com/tornado-t5-3115-pro-motor-p0088-p0088.html.

PROMISING DIRECTIONS FOR THE DEVELOPMENT OF ELECTROMECHANICAL CAR BODY TILTING TECHNOLOGIES IN HIGH-SPEED ELECTRIC TRAINS

Stetsenko M.
National Technical University
«Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

One of the key strategies for increasing the speed of railway transportation is the implementation of electric rolling stock equipped with car body tilting mechanisms [1]. This technology enables trains to travel through curves at higher speeds, offering a viable alternative to the costly investment in entirely new high-speed rail infrastructure. The effectiveness of tilting technology is demonstrated by the successful operation of over 65 train models developed by leading global manufacturers and deployed in 15 countries. These tilting systems use pneumatic, hydraulic, or electromechanical actuators, each with its own advantages and limitations. For instance, hydraulic systems include numerous high-pressure components, which can compromise system reliability and increase the risk of fluid leakage. Pneumatic systems, although structurally similar to hydraulic ones, exhibit slower response times due to the low density of air as the working medium. Nevertheless, pneumatic components are an essential part of modern train suspension systems and are widely applied in high-speed trains. Electromechanical systems, which are increasingly favored in modern designs, face challenges in emergency situations, as they typically lack the ability to automatically return the car body to its default position in the event of a power failure, raising safety concerns. While electromechanical drives based on linear motors offer self-return functionality, their considerable size and weight require additional space on the train bogies [2,3]. Developing an energy-efficient electric drive system optimized for weight, size, and energy parameters would enable the design of advanced running gear for high-speed electric trains. The selection of the type and design features of linear motors is primarily determined by the load characteristics, which, in turn, depend on the configuration of the bogie and the car body of the electric rolling stock. The motor's placement within the train structure also significantly influences its design. [2,3].

References:

1. Якунін Д. І. Електромеханічна система приводу з лінійним двигуном для нахилу кузовів швидкісного рухомого складу: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.09 / НТУ "ХПІ". - Харків, 2010. - 202 с.

2. Єріцян Б.Х., Любарський Б.Г., Якунін Д.І. Моделювання комбінованої системи нахилу кузову швидкісного рухомого складу залізничного транспорту. *Східно-Європейський журнал передових технологій.* 2016. Випуск № 9(80), том 2. С. 4–17.

3. Любарський Б. Г., Єріцян Б. Х., Якунин Д. І., Глєбова М. Л. Оптимізація параметрів лінійного двигуна нахилу кузова транспортних засобів // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Математичне моделювання в техніці та технологіях. – 2015. – № 41. – С. 58–66.

РЕГУЛЬОВАНИЙ АСИНХРОННИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД ЗАБІЙНОГО СКРЕБКОВОГО КОНВЕЄРА СР72

Ткаченко А.О., Сіренко А.С., Сологуб Т.В., Приходько Д.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Розроблена комп'ютерна модель забійного скребкового конвеєра СР72 з регульованим асинхронним електроприводом та системою векторного керування в пакеті MATLAB. Модель робочого органу конвеєра складається з окремих пружно-в'язких елементарних ланок, з'єднаних між собою. Структура векторної системи керування представлена стандартною двоконтурною системою підпорядкованого регулювання швидкості у припущенні про повноцінно функціонуючі контури регулювання потоку без урахування внутрішніх перехресних зв'язків асинхронного двигуна, як показано на рис 1.

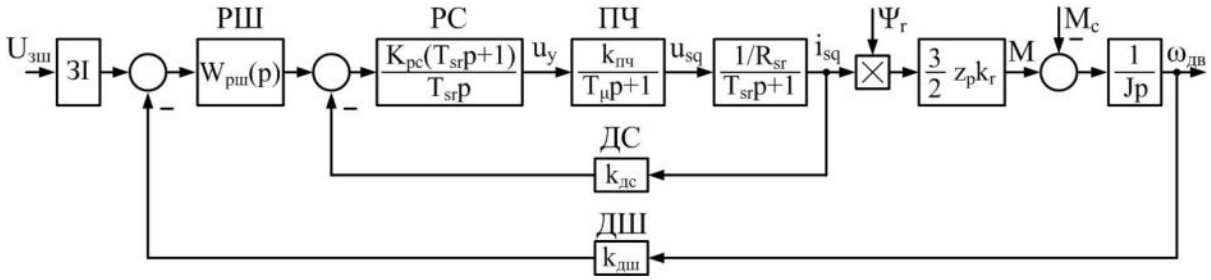
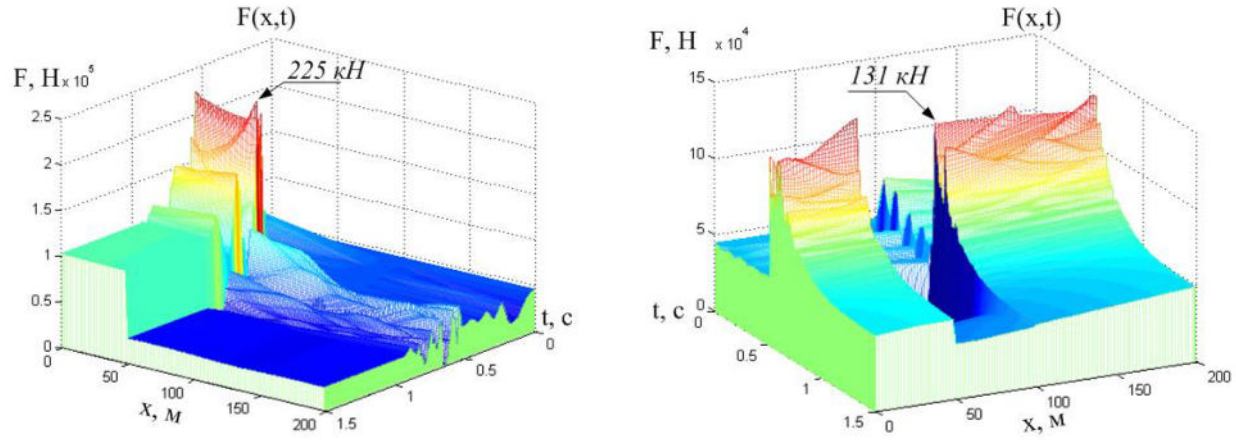


Рисунок 1 – Структурна схема системи керування

Ефективність застосування регульованого електроприводу для зниження динамічних зусиль в робочому органі скребкового конвеєра СР72 при заклинюванні показано на рис. 2. У порівнянні з системою «нерегульований електропривод – гідромуфта» максимальні зусилля в ланцюзі досягають рівня 131 кН та не призводять до пориву ланцюга конвеєра.



а б

Рисунок 2 – Динамічні навантаження в робочому органі при заклинюванні: а) для системи нерегульований електропривод – гідромуфта; б) для регульованого електроприводу

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ ЕЛЕКТРОБУРОВОГО ОБЛАДНАННЯ

Федорів М.Й., Гладь І.В.

Івано-Франківський Національний технічний університет нафти і газу

м. Івано-Франківськ

Для інтенсифікації нафтовидобування з малопродуктивних пластів варто застосовувати технологію буріння свердловин з використанням електробурів. Цей метод дозволяє здійснювати буріння як горизонтальних, так і похило-спрямованих відгалужень, що забезпечує ефективне охоплення продуктивних зон та оптимізацію процесу видобутку. Поставлені завдання можна досягнути шляхом підвищення надійності та модернізації системи електропостачання електротехнічного комплексу.

При дослідженні експлуатаційної надійності встановлено, що найбільш пошкоджуваними є такі занурювальні елементи, як кабельна секція, пристрій контролю ізоляції, телеметрична система, обмотка статора занурювального двигуна [1, с.95]. Це спричинено ускладненими умовами їх експлуатації, такими як агресивне середовище промивної рідини, високі температури та тиски, значна вібрація, наявність абразивних часток і циклічний режим роботи, і призводить до інтенсивного зносу компонентів. Ці фактори вимагають застосування спеціальних матеріалів і технологій для забезпечення надійності та довговічності обладнання. Основним завданням при підвищенні та підтриманні експлуатаційної надійності обладнання є мінімізація негативного впливу цих факторів на його надійність.

Використовуючи ймовірнісний підхід, проведено оцінки ризику відмов електротехнічного комплексу для електробуріння в залежності від глибини буріння. Даний метод дозволяє враховувати ймовірності відмов обладнання та кількісно описати аварійну ситуацію [1, с.96]. Оцінка ризику відмови системи електропостачання електробура залежить від достовірності визначення ймовірності відмов кожного його елемента. Щоб визначити ризик порушення бурового процесу потрібно знати його відмови на проміжку часу .

За допомогою віртуального програмування LabVIEW створена підпрограма для розрахунку спрацьованого ресурсу елементів електротехнічного комплексу для електробуріння [2, с.96].

Аналіз сучасного стану енергетичної ефективності електрообладнання бурових установок на території Прикарпаття свідчить, що покращення енергоефективності функціонування можливе через комплексний підхід, що включає реконструкцію системи енергозабезпечення, оптимальний вибір режимів роботи, впровадження енергозберігаючих технологій та економічно обґрунтований підбір енергообладнання відповідно до вимог процесу буріння.

Література:

1. М.Й. Федорів, І.В. Гладь, І.Д. Галущак, Я.В. Бацала. Підвищення надійності та енергоефективності електроприводних бурильних установок // ISSN 2071-2227, Науковий вісник НГУ, 2017. − № 2. − С. 93-98.

2. М.Й. Федорів, І.В. Гладь, І.Д. Галущак, І.М. Михайлів. Система електропостачання електробура з ланкою постійного струму // Науковий вісник НГУ, 2020. − №1. − С. 94-99.

ПРИСТРІЙ ПЛАВНОГО ПУСКУ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА

Холод О.І., Головченко Г.С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Асинхронні двигуни широко застосовуються в промисловості завдяки простоті конструкції, надійності та відносно низькій вартості. Проте їхній пуск супроводжується значними пусковими струмами, які можуть у 5–7 разів перевищувати номінальні значення. Це призводить до додаткового зношування механічних частин, електричних перевантажень мережі, а в деяких випадках – до збоїв у роботі обладнання.

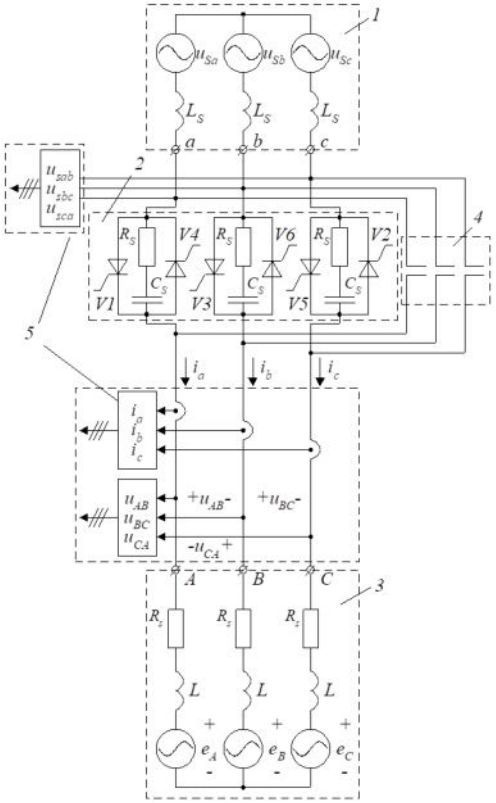


Рис. 1. Силова схема пристрою плавного пуску асинхнонного двигуна

1 – джерело змінної синусоїдальної напруги 50 Гц;
2 – блок тиристорів;
3 – асинхронна машина;
4 – шунтувальний контактор;
5 – блок датчиків фазних струмів і лінійних напруг.

Одним із ефективних способів обмеження пускових струмів та підвищення надійності роботи електроприводу є використання пристроїв плавного пуску. У цій доповіді розглядається реалізація такого пристрою на основі тиристорного регулятора змінної напруги, силова схема якого наведена рис.1. Подібні рішення дозволяють здійснювати керування напругою на статорі двигуна в момент пуску, що забезпечує контрольоване прискорення ротора, зменшення електромеханічних навантажень та оптимізацію енергоспоживання.

Розроблений пристрій плавного пуску асинхронного двигуна на базі тиристорного регулятора змінної напруги дозволяє ефективно зменшити пускові струми, покращити енергетичну ефективність та продовжити термін служби як електродвигуна, так і пов'язаних із ним механізмів. Результати моделювання та експериментальні дослідження підтверджують працездатність запропонованої схеми та її доцільність для впровадження в промислових системах електроприводу.

Завдяки можливості програмного регулювання параметрів пуску система може бути адаптована до різних умов експлуатації та типів навантажень. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на інтеграцію захисних функцій, підвищення надійності роботи в умовах нестабільної мережі, а також автоматизовану діагностику стану двигуна під час пуску.

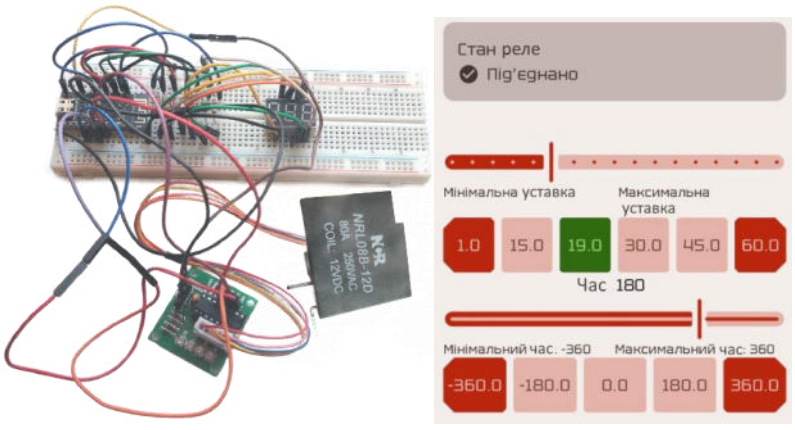
СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ЗАХИСТУ ПОБУТОВОЇ ТЕХНІКИ: РЕЛЕ КОНТРОЛЮ НАПРУГИ З КЕРУВАННЯМ ЧЕРЕЗ BLE

Чепелюк О.О., Зорін Є.Ю.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Більшість побутових електроспоживачів в Україні працює в однофазних мережах, де для захисту від недопустимих відхилень напруги застосовують цифрові реле контролю напруги. Окрім основної захисної функції, такі пристрої можуть забезпечувати індикацію параметрів мережі, реєстрацію аварій і таймерне керування тощо. З огляду на розвиток Інтернету речей (IoT), концепції «розумного дому» та потребу в енергоефективності, актуальним є вдосконалення цих рішень шляхом інтеграції BLE-керування (Bluetooth Low Energy).

У даній роботі запропоновано інтелектуальне реле контролю напруги з можливістю бездротового керування за допомогою Android-застосунку через BLE-протокол. Конструктивно пристрій реалізовано у вигляді функціонального макета на базі мікроконтролера ESP32-C3 [1], який поєднує на одному кристалі підсистеми аналого-цифрового перетворення, цифрової обробки сигналів, керування та радіозв'язку (BLE 5.0). Такий рівень інтеграції дозволяє значно зменшити апаратну складність, енергоспоживання пристрою та підвищити його надійність, що є важливим чинником для розгортання в побутовому середовищі.

Запропоноване технічне рішення дозволяє не лише реалізувати базову функцію захисту споживача від небезпечних коливань напруги, але й забезпечити інформативність, дистанційне керування та аналітику аварійних подій у режимі реального часу. Це відкриває перспективи подальшої інтеграції подібних рішень у системи енергоменеджменту, сприяючи підвищенню енергоефективності та загальної технологічної культури споживання електроенергії.



а) б)

Рис. 1. Макет реле контролю напруги (а), інтерфейс застосунку (б)

Література:

1. ESP32-C3 Series Datasheet Version 2.0 [Електронний ресурс] / https://www.espressif.com/en/products/socs/esp32-c3 (дата звернення 08.04.2025).

ГІБРИДНА ТЯГОВА СИСТЕМА ДЛЯ МАНЕВРОВОГО ЕЛЕКТРОВОЗУ

Чернишенко Є.Г., Рябов Є.С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Зменшення вартості транспортних операцій є важливим напрямом підвищення конкурентоспроможності залізничного транспорту. Частина витрат припадає на маневрові операції. На сьогодення маневрова робота на коліях АТ «Укрзалізниця» виконується маневровими тепловозами ЧМЕ3. У порівнянні з сучасними зразками вказані тепловози мають нижчі показники паливної економічності, що призводить до підвищеного споживання дизельного пального. Для цих тепловозів широко застосовується модернізація, яка, в першу чергу, передбачає застосування сучасного дизельного двигуна з високими показниками паливної ефективності. Це забезпечує зменшення споживання паливно-мастильних матеріалів.

Для залізничних станцій на електрифікованих ділянках можливе використання спеціалізованих маневрових електровозів. У [1] проведено оцінку витрат на паливно-енергетичні ресурси при використанні такого маневрового електровозу у маневровій та поїзній роботі. Отриманий результат, який показує скорочення витрат на паливно-енергетичні ресурси у 2,5-3 рази, переконливо показує доцільність використання таких маневрових електровозів.

Тягова система маневрового електровозу передбачає його живлення від контактної мережі. При його створенні доцільно використовувати кращі технічні рішення, зокрема, для досягнення найвищої енергетичної ефективності. Для забезпечення роботи маневрового електровозу неелектрифікованими ділянками до складу тягової системи необхідно включення автономного джерела енергії. Його тип визначається характером роботи на неелектрифікованих ділянках. Автономне джерело живлення може бути створене на основі накопичувача енергії, поршневого двигуна, паливної комірки тощо або при їх поєднанні. При цьому застосування накопичувача енергії дозволить акумулювати енергії при електродинамічному гальмуванні, що приятиме зниженню споживання паливно-енергетичних ресурсів. Крім того, накопичувач енергії доцільно заряджати від контактної мережі з низькою вартістю електроенергії, що сприятиме зменшенню витрат на паливно-енергетичні ресурси.

Таким чином, для маневрового електровозу доцільним є використання гібридної тягової системи з plug-in накопичувачем.

Література:

1. Рябов Є.С., Овер'янова Л.В., Якунін Д.І,, Білоконь І.М. Гулак С.О. застосування маневрових електровозів для передатної та вивізної роботи. *Транспортні системи і технології*, 2022. №40. С.47–62.

ПЕРЕДАТОЧНА ФУНКЦІЯ ТРАНСФОРМАТОРА НАПРУГИ

Шамардіна В.М., Верич А.П.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Трансформатори напруги (ТН) поширено використовуються в системах автоматичного керування (САК) для гальванічного розв'язку електричних ланцюгів, коректувальних пристроїв тощо. Спрощене представлення ТН пропорційною ланкою при математичному описі приводить до помилок при виборі регуляторів в САК.

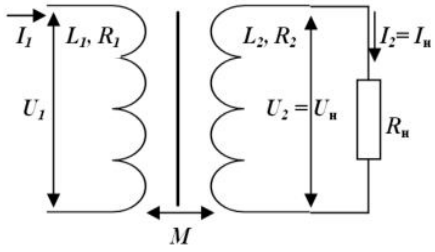


Рис. 1– Трансформатор напруги

Визначення передаточної функції (ПФ) виконаємо за рівняннями (1) електричної рівноваги ланцюгів первинної і вторинної обмоток двухобмоточного ТН (рис. 1) в зображеннях Лапласа за умови, що вхідна дія $x(s) = U_1(s)$, а вихідна регульована змінна – $y(s) = U_2(s) = U_H(s) = R_H \cdot I_2(s)$. При цьому враховуємо активний опір R_1, R_2 і індуктивність L_1, L_2 первинної і вторинної обмоток, а також взаємний індуктивний зв'язок між обмотками – M, I_1, I_2– струми первинної і вторинної обмоток.

$$\begin{cases} U_1(s) = R_1 \cdot I_1(s) + L_1 \cdot s \cdot I_1(s) + M \cdot s \cdot I_2(s), \\ 0 = U_2(s) + R_2 \cdot I_2(s) + L_2 \cdot s \cdot I_2(s) - M \cdot s \cdot I_1(s). \end{cases} \quad (1)$$

Введемо позначення для сталих часу: $\frac{L_1}{R_1} = T_1[c]$; $\frac{L_2}{R_1} = T_2[c]$.

Позбудемося проміжних змінних $I_1(s)$ та $I_2(s)$, тоді залежність що зв'язує вихідну координату $U_2(s)$ з вхідною дією $U_1(s)$, матиме вид:

$$\left[\frac{(R_2+R_H)\cdot(1+T_2\cdot s)}{R_H\cdot M\cdot s} + \frac{M\cdot s}{R_H\cdot R_1\cdot(1+T_1\cdot s)}\right]\cdot U_2(s) = \frac{R_H}{R_H\cdot R_1\cdot(1+T_1\cdot s)}\cdot U_1(s). \quad (2)$$

ПФ трансформатора:

$$W(s) = \frac{U_2(s)}{U_1(s)} = \frac{R_H\cdot M\cdot s}{[M^2+T\cdot T_{2_1}\cdot(R_2+R_H)\cdot R_1]\cdot s^2+(R_2+R_H)\cdot R_1\cdot(T_1+T_2)\cdot s+1}. \quad (3)$$

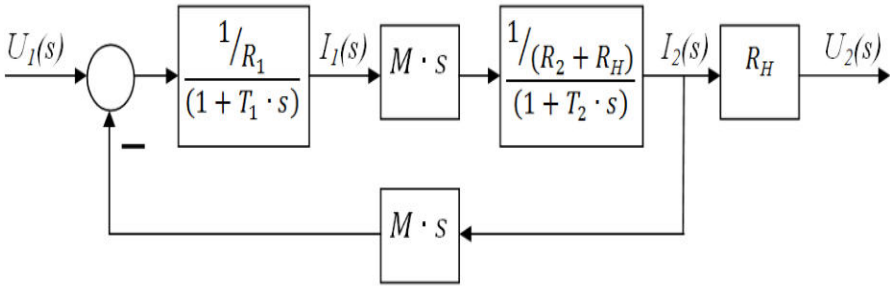


Рис. 2 – Структурна алгоритмічна схема ТН

Пропонуємо модель ТН (рис. 2), якою зручно користуватися при моделюванні динамічних процесів в пакеті Simulink/Matlab.

ДОСЛІДЖЕННЯ КВАЗІСТАЦІОНАРНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ ТЯГОВОГО ПРИВОДУ НА ОСНОВІ СИНХРОННО-РЕАКТИВНОГО ДВИГУНА ПОСТІЙНИМИ МАГНІТАМИ

Штомпель О.М.
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова м. Харків

Одним з типів перспективних конструкцій тягових приводів для вагонів метрополітену є тяговий привод на основі синхронних реактивних двигунів з постійними магнітами [1]. Визначення режимів роботи тягового приводу на основі таких двигунів надає можливість створити перспективні конструкції вагонів метро з підвищеними енергетичними показниками. Одним з напрямів досліджень є визначення залежності рівнів гармонійних складових фазних струмів інвертору від частоти широтно-імпульсної модуляції. Для вирішення задачі використовується імітаційна модель, що створена на основі узагальненої моделі двигуна [2]. Для проведення порівняльного аналізу результатів досліджень раціонально представити результати у відносних одиницях. Так за базовий струм приймемо номінальне значення фазного струму, базова напруга – лінійна напруга статора тягового двигуна.

Отримані залежності максимального значення струмів вищих гармонік у номінальному режимі роботи показують, що при частоті ШІМ більше 1000 Гц не перевищує 15% діючого значення фазного струму для синхронно-реактивного двигуна з секціонованими постійними магнітами у режимі гальмування, а при застосуванні несекціонованого ротору вищі гармонійні струму більші та не перебільшують 15% діючого значення фазного струму при частоті ШІМ більше 1000 Гц. При застосуванні сучасних IGBT транзисторів дозволяють здійснювати ШІМ на частотах до 1200 Гц вплив вищих гармонік на роботу синхронно-реактивного двигуна з постійними магнітами незначно так, як величини струмів вищих гармонійних можна порівняти з точністю інженерних розрахунків. Однак, при використанні низькочастотних транзисторів IGBT з частотою ШІМ до 1000 Гц облік вищих гармонічних струмів необхідний. Подальші дослідження впливу режимів роботи тягового приводу проведено для двигуна з секціонованими постійними магнітами, як більш перспективною конструкцією. При частоті 1400 Гц представлені залежності відносних значень амплітуд струмів вищих гармонійних 5,7,11 і 13 гармонік фазних струмів.

Література:

1. Liubarskyi B., Iakunin D., Nikonov O., Liubarskyi D., Yeritsyan B. Optimizing geometric parameters for the rotor of a traction synchronous reluctance motor assisted by partitioned permanent magnets // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2022. – Vol. 2, No. 8(116). – P. 38–44. – DOI: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.254373.

2. Любарський Б. Г. Теоретичні основи для вибору та оцінки перспективних систем електромеханічного перетворення енергії електрорухомого складу : дис. ... д-ра техн. наук : 05.09.03 / Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут». – Харків, 2014. – 368 с.

УДОСКОНАЛЕННЯ ПРИВОДУ НАХИЛУ КУЗОВІВ РУХОМОГО СКЛАДУ ЗАЛІЗНИЦЬ

Якунін Д.І., Козьма В.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Українські залізниці потребують оновлення рухомого складу, його фізичний знос становить майже 90%, включаючи 95,1% тепловозів, 90,7% електровозів. Більшість рухомого складу побудована за вимогами 60–70-х років [1]. Пріоритетним є напрям щодо покращення якості транспортних послуг. Зокрема, у 2024 році Укрзалізниця затвердила спрямування понад 2,7 млрд грн на розвиток пасажирського господарства та клієнтського сервісу [2]. У зв'язку з цим, вважаємо перспективним облаштування нового рухомого складу України системами для нахилу кузовів у кривих ділянках шляху, що сприятимуть збільшенню середньої швидкості проходження маршруту – адже зменшується потреба у гальмуванні перед кривими ділянками колії із наступним відновленням швидкості руху після їх проходження [3]. Така концепція також дозволить знизити енергоспоживання, адже подолання сил інерції у режимі розгону є вельми енерговитратним.

Приводом системи нахилу кузовів може бути як гідравлічна, пневматична чи електромеханічна система. Втім, існуючим рішенням властива низка вад. Задля їх подолання пропонується застосування лінійних двигунів електромагнітного типу. Але тягова характеристика таких двигунів, маючи виражену гіперболічність, не зовсім відповідає навантажувальній характеристиці, зумовленій «люлечною» конструкцією механізму нахилу, яка майже лінійна [3].

Задля покращення зазначеної невідповідності проведене варіювання конструкцією лінійного двигуна відносно базової. Запропоновано зробити якір та відповідну йому проставку корпусу – порожнистими. Досліджено вплив радіусу порожнини на тягову характеристику. Показано, що без значного зниження сили, припустимий радіус складає до 58% радіусу якоря. При цьому розрахунковий запас міцності складе 18,1 а відносне видовження 0,005%.

Література:

1. Національний інститут стратегічних досліджень. (2023, 9 жовтня). Удосконалення механізмів реформування та розвитку залізничного транспорту в Україні. https://niss.gov.ua/doslidzhennya/ekonomika/udoskonalennya-mekhanizmiv-reformuvannya-ta-rozvitku-zaliznichnogo

2. Укрзалізниця. (2024, лютий 7). У 2024 році на розвиток пасажирського господарства та клієнтського сервісу Укрзалізниця спрямує понад 2,7 млрд грн. Укрзалізниця – офіційний сайт. https://www.uz.gov.ua/press_center/ up_to_date_topic/625464/

3. Якунін, Д. І., & Козьма, В. О. (2024). Визначення навантажувальних характеристик лінійного електромеханічного перетворювача енергії для системи нахилу кузова залізничного рухомого складу. Енергозбереження. Енергетика. Енергоаудит = Energy Saving. Power Engineering. Energy Audit, 5(195), 3–13. https://doi.org/10.20998/2313-8890.2024.05.01

СТРУМОВИЙ ЗАХИСТ З ВИБІРКОВОЮ ЧУТЛИВІСТЮ ДО ПУСКОВИХ СТРУМІВ АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ

Яловенко М.М., Середа Олександр Г., Середа Олена Г., Лелюк М.А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Забезпечити максимальний струмовий захист (МСЗ) при струмах I_{ccfar} віддалених коротких замикань (КЗ) проблематично в мережах низької напруги (НН) з довгими лініями електропередачі (ЛЕП). Цьому заважають завеликі пускові струми I_{st} асинхронних електродвигунів (АД), підключених на початку лінії. Спрацьовування захисту відбувається за досягнення фазним струмом *RMS* значення I_{ph}, що дорівнює струмової уставки I_{sd} автоматичного вимикача (АВ) $I_{\text{ph}} \geq I_{\text{sd}}$. Проте, параметр I_{ph} як критерій спрацьовування не дозволяє «відстроїтися» від короткочасних перевантажень (попередні пуски АД). Отже, достатня чутливість до струмів I_{ccfar} не забезпечується. Завдяки безперервному моніторингу саме величини ΔI_{ph} струму збурення (надструму) електричного кола, з урахуванням *RMS* значення I_{past} струму в попередній період, можна забезпечити «відстроювання» від струмів перевантаження.

Для побудови високочутливого захисту до струмів I_{ccfar} й вибіркового до струмів I_{st} потрібно одночасно визначати величину ΔI_{ph}, і значення cosφ електричного кола зі струмом ΔI_{ph}. Об'єднання величин ΔI_{ph} та cosφ дозволяє ідентифікувати вид надструму: I_{ccfar} чи I_{st}. У випадку пуску АД cosφ кола зі струмом ΔI_{ph} становить 0,2÷0,3, а при віддаленому КЗ cosφ = 0,7÷0,8.

Було поставлене завдання розробити такий спосіб МСЗ, в якому шляхом швидкої ідентифікації виду надструму (I_{ccfar} чи I_{st}) за величиною cosφ електричного кола зі струмом збурення блокувати захисту при виникненні струму I_{st}, а отже вибірково підвищити чутливість захисту до струмів I_{ccfar}.

Ідентифікувати струм I_{st} можливо виключно з аналізу *RMS* значень ΔI_{ph} симетричної складової надструму. Якщо розрахунок здійснювати протягом першого періоду T_1 виникнення надструму, то величина ΔI_{ph} буде хибною через вплив перехідного процесу. Ступінь похибки залежатиме від параметрів перехідного процесу, а саме від постійної часу τ електричного кола, або cosφ: $\tau = \sin\varphi/(\omega\cdot\cos\varphi)$. Отже, за ступенем спотворення значення ΔI_{ph}, що має місце при обчисленні його в період T_1, можна визначити τ. Задля реалізації цієї можливості, розроблено метод аналізу, який дозволяє отримати однозначний результат за різних фазах ψ виникнення надструму. Проаналізувати ступінь спотворення величини ΔI_{ph} окремо в кожній фазі неможливо через вимогу однозначності результату обчислення. Матриця миттєвих значень фазних струмів $i_{j(a,b,c)}$ й обчислених за ними величин ΔI_{ph} залежатиме від ψ. Якщо ж ступінь спотворення величини ΔI_{ph} при обчисленні її протягом періоду T_1 після виникнення надструму оцінювати за сумою квадратів *RMS* значень струмів усіх трьох фаз:

$$\sum_{a,b,c} \Delta I^2_{\text{ph}T_1} = \Delta I^2_{\text{ph}T_1 a} + \Delta I^2_{\text{ph}T_1 b} + \Delta I^2_{\text{ph}T_1 c},$$

то результат однозначно визначатиметься тільки величиною τ або cosφ.

СЕКЦІЯ 1
ЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОНІКА ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА

1.3 СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТА ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕНЕРГЕТИЦІ

МЕТОД ВИДІЛЕННЯ ІМПУЛЬСІВ НАПРУГИ ПРИ ВИКОНАННІ АНАЛІЗУ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Алісултанов Т.Н., Нечипорук Р.О.,
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Низька якість електричної енергії безпосередньо впливає на роботу обладнання споживачів. Одним із факторів, які можуть викликати збої у чутливій апаратурі є наявність імпульсів напруги малої тривалості (до кількох мілісекунд). На даний момент існує безліч засобів, що дозволяють виконувати якісну та кількісну оцінку якості електричної енергії, проте більшість з них не дозволяють ефективно виявляти короткочасні імпульси напруги.

Тому, розробка ефективного методу виділення одиночних імпульсів зі складу гармонійного сигналу напруги промислової мережі є актуальною задачею. Пропонується метод, який використовує апроксимацію форми кривої напруги функцією спеціального виду. Знаходження найкращої апроксимації виконується за допомогою методу найменших квадратів.

Апроксимуюча функція задана у вигляді:

$$g(t)=c_{1s}\sin(\psi(t))+c_{1c}\cos(\psi(t))+\sum_{k}\left(c_{k,s}\sin(k\psi(t))+c_{k,c}\cos(k\psi(t))\right) \quad (1)$$

де c_{1s} і c_{1c} - коефіцієнти синусоїдальної та косінусоїдальної складових основної гармоніки; $k=2,3,4,...$ - Номер вищої гармоніки; $c_{k,s}$, $c_{k,c}$ коефіцієнти синусоїдальної та косінусоїдальної складових k-ї гармоніки; $\psi(t)$ - фаза.

Для того, щоб імпульс мав мінімальний вплив на результат апроксимації застосовується вагова функція, яка являє собою два послідовні вікна Блекмана-Харріса. Краща апроксимація знаходиться після кожного відліку. Оптимальна тривалість часу спостереження становить 2-4 періоди основної гармоніки вхідного сигналу. Таким чином, у міру проходження вагової функції імпульс неминуче опиниться в центральній його частині. У цьому випадку апроксимація буде виконана без його врахування. Далі виконується оцінка якості апроксимації за величиною зваженого середньоквадратичного відхилення:

Для виділення імпульсу обчислюється різниця між миттєвими вхідними значеннями та результатом апроксимації у відповідній точці. При цьому результат для кожної точки буде отриманий раз. З цих значень вибирається максимально достовірне, тобто значення, котрого величина буде мінімальним. Такий підхід дозволяє мінімізувати вплив самого імпульсу знайти найкращої апроксимації.

Отримані результати дозволяють говорити, що розглянутий метод дозволяє з достатньою точністю визначати наявність і форму імпульсів у складі сигналу. Рекомендована тривалість інтервалу спостереження відповідає трьом періодам основної гармоніки сигналу, що досліджується. Найбільша ефективність досягається за наявності одиночних імпульсів з тривалістю менше 10 мс.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЦИФРОВИХ ПРИСТРОЇВ РЕЛЕЙНОГО ЗАХИСТУ ТА АВТОМАТИКИ ВИСОКОВОЛЬТНОЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Баженов В.М., Дяченко О.В.[1] , Одєгов М.М.[2]
[1]***Національний технічний університет «Харківський політехнічній інститут», м. Харків***
[2]***Український державний університет залізничного транспорту***

Основною проблемою для високовольтних систем електропостачання стратегічних вузлів навантаження є узгодження дій релейного захисту та системної автоматики для ліквідації коротких замикань (КЗ). Особливо це помітно для системи електропостачання у складі коротких ліній 110 – 220 кВ та двотрансформаторних підстанцій.

Мета даної роботи полягає у розкритті особливостей функціонування пристроїв захисту та системної автоматики зазначених систем для підвищення їх ефективності. У дослідженні розглянути короткі високовольтні лінії 115 кВ які живлять 2-х трансформаторні підстанції 110/35/6 кВ. Згідно з Правилами улаштування електроустановок у складі резервних захистів ліній від КЗ рекомендуються 3-х ступінчасті дистанційні захисти, 2-х ступінчасті максимальні струмові захисти від між фазних КЗ, а також 2-х ступінчасті максимальні струмові захисти від одно фазних КЗ. Для трансформаторних підстанцій: диференційний, газовий та дистанційний захисти трансформатору, максимальні струмові захисти на сторінках вищої, середньої та нижчої напруги та секційного вимикача. У складі системної автоматики рекомендуються для ліній – автоматичне повторне включення (АПВ), для трансформаторної підстанції – АПВ та автоматичне включення резерву (АВР). Як показали дослідження, застосування цифрових пристроїв дозволяє ефективно узгоджувати взаємодію РЗА під час ліквідації КЗ та надійно відновлювати до - або після аварійні режими підстанції. В роботі розкрити особливості функціонування пристроїв РЗА з метою підвищення їх ефективності. Дистанційну відсічку короткої лінії неможливо улаштувати від КЗ в кінці лінії, тому треба її відводить від двійного опіру лінії (захисна зона: уся лінія та 10 % опіру обмотки вищої напруги трансформатору). Другу зону захисту треба налаштовувати на КЗ шин середньої напруги (СН) трансформатору (захисна зона: уся лінія та 50 % опіру обмотки вищої напруги трансформатору). Третя зона дистанційного захисту працює з умови надійного резервування трансформатору (захисна зона: уся лінія, повністю трансформатор та приєднання). Також є особливості для цифрових пристроїв струмових захистів лінії від між фазних та одно фазних КЗ. Відновлення до - або після аварійних режимів лінії й підстанції виконується за допомогою АПВ лінії, АПВ на вводах трансформатору й АВР секційних вимикачів. В роботі дані рекомендації щодо використання цифрових пристроїв системної автоматики для високовольтних систем електропостачання.

МЕХАНІЧНІ ДЕФОРМАЦІЇ ОПТИЧНИХ ВОЛОКОН У ВОЛОКОННО-ОПТИЧНИХ КАБЕЛЯХ ТА ЇХ КОНТРОЛЬ

Безпрозванних Г.В., Бондар Ю.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Оптичні волокна у волоконно-оптичних кабелях вкрай чутливі до механічних зусиль. Залишкові механічні напруження завжди присутні через невідповідність теплового розширення між кварцовим осердям та первинним полімерним покриттям. Під час виготовлення та в експлуатації прикладені розтягувальні механічні зусилля визначаються конструкцією оптичного кабелю, технологією прокладання та факторами навколишнього середовища. Для гарантованого 30-річного терміну служби оптичного кабелю відносне подовження оптичного кабелю не повинно перевищувати 1%, а оптичного волокна ε – не більше 0,5%. З точки зору надійності волоконно-оптичних кабелів важливо кількісно визначити зміну довжини оптичного волокна в процесі розтягування. Безпосередньо це неможливо виконати у кабелі. Прикладене механічне зусилля, що розтягує оптичне волокно, можна виміряти за допомогою оптичних властивостей самого скла або волоконних датчиків. Найбільш розповсюджені оптичні методи базуються на вимірюванні часу проходження імпульсу світла по довжині волокна. Деформація волокна ε визначається виміряною різницею часу Δτ проходження сигналу у розтягнутому і не розтягнутому станах кабелю. Ці методи забезпечують середнє значення деформації розтягування по всій довжині волокна у кабелі. Більш ефективним є метод вимірювання, що базується на нелінійному ефекті вимушеного розсіювання Бріллюена, який забезпечує роздільну здатність з усередненням деформації по довжині волокна.

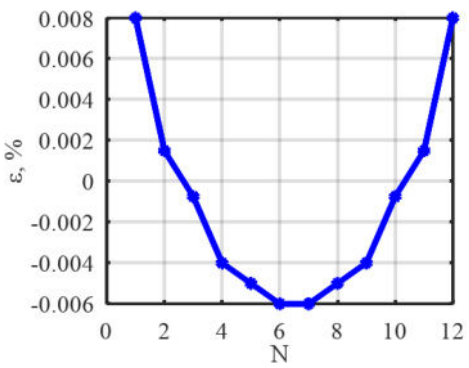


Рис. 1

Вимірювання деформації по довжині порядку сантиметрів виконується волоконними решітками Брегга (FBG). FBG – це пристрій із дискретною вибіркою довжини хвилі, створений шляхом формування решітки в серцевині волокна, яка модулює показник заломлення осердя оптичного волокна [1]. Результати вимірювань деформації у 12-ти волоконному стрічковому кабелі (рис.1) доводять високу чутливість такого типу датчиків для контролю деформації оптичних волокон у кабелях.

Літератури:

1. Безпрозванних Г.В., Рогінський О.В., Сорокін О.В., Бондар Ю.О. Волоконно-оптичні технології у датчиках для моніторингу стану електричних машин та енергетичного обладнання. *Проблеми електроенергетики, електротехніки та електромеханіки (SIEMA'2024). 24-25 жовтня 2024 р., НТУ «ХПІ», Харків, Україна.* С.57.

ПРОБЛЕМИ ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЦІ

Безпрозванних Г.В., Сіятовський Д.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут, м. Харків

Індустріальний мета-всесвіт набирає обертів та об'єднує трансформаційні технології: цифрові близнюки (DT), штучний інтелект/машинне навчання (AI/ML), промисловий Інтернет речей (IoT), великі дані (BD), периферійні та хмарні обчислення, мережеві цифрові технології, зокрема, 5G. Штучний інтелект (ШІ) – багатоцільова технологія з широким спектром можливостей та непередбачуваних викликів використовується в багатьох секторах економіки. В той же час надзвичайно складна та багатогранна електроенергетична галузь не взаємодіє зі ШІ як через відсутність достатньої кількості галузевих даних, так і через потребу в забезпеченні надійності, стабільності та безпеки при розгортанні ШІ. Останніми роками в електроенергетиці триває робота з цифрової трансформації. Фактори, що спонукають до використання штучного інтелекту в електроенергетичній галузі, походять від реструктуризації енергетичної системи та її, перш за все, декарбонізації, яка також називається 4D: «діджиталізація», «декарбонізація», «децентралізація» та «дерегуляція». Алгоритми штучного інтелекту: цифрові близнюки, машинне навчання, аналіз неструктурованих даних щодо процесів генерації, передавання, розподілу та попиту електричної енергії, діагностика електроенергетичного обладнання в режимі реального часу – найбільш привабливі для електроенергетичної галузі.

У висновках Міжнародної агенції з відновлюваної енергетики (IRENA) підкреслюється можливі області застосування ШІ при інтеграції цифрових технологій у відновлюваній енергетиці [1]: 1. **покращення прогнозів** енергії; 2. **підтримка стабільності та надійності** мережі; 3. **покращені прогнози** попиту; 4. реалізація **ефективного управління** попитом з **оптимізованим зберіганням** енергії. Схожий перелік використання ШІ визначено Інститутом дослідження електроенергетичних систем (EPRI) [1]. Разом з тим наголошується на **значних проблемах** при використанні ШІ у електроенергетичній галуззі: 1. **складнощі з доступом** до великих наборів даних; 2. необхідні зусилля з **класифікації та аналізу даних**, що обумовлює фундаментальність освіти при підготовці кадрів; 3. найголовніше - **етично-когнитивні проблеми**, що випливають із упереджених висновків моделі ШІ, які потребують ретельного технічного аналізу в умовах невизначеності; 4. **проблеми конфіденційності**, безпеки даних та техногенні небезпеки (кібер-атаки).

Фундаментальна технічна підготовка, практичний досвід, інтуїція інженерного персоналу залишаються ключовими при впровадженні алгоритмів ШІ у електроенергетичну галузь.

Література:

1. International Energy Agency (IEA). (2024). World Energy Outlook. https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2024.

ВИКОРИСТАННЯ ДОДАТКУ ДО ЕНЕРГЕТИЧНОГО СЕРТИФІКАТА ЯК БАЗИ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ БУДІВЛІ

Булгаков О. В., Махотіло К. В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут, м. Харків

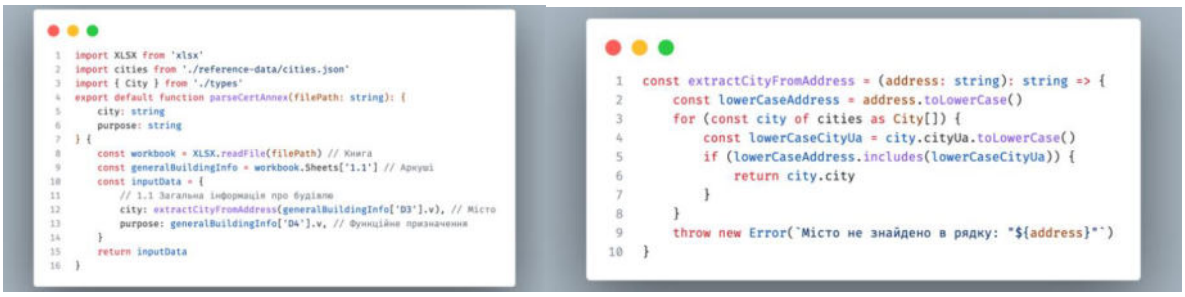
Процеси декарбонізації та підвищення енергоефективності будівель вимагають точного прогнозування енергетичних потреб. Для погодозалежного обладнання, зокрема відновлюваних джерел енергії, критичною є адекватність математичної моделі будівлі, здатної працювати з високою часовою дискретністю.

Для проведення погодинного розрахунку енергетичних балансів необхідно мати інформаційну модель будівлі, що включає: - геометричні параметри (площа, об'єм, орієнтація); - теплотехнічні характеристики огороджувальних конструкцій; - параметри повітрообміну та інфільтрації; - режим експлуатації; - склад і режими роботи інженерних систем тощо. Ці дані зазвичай доступні лише на етапі проєктування. Для будівель в експлуатації – доступ до повної проєктної документації часто ускладнений або неможливий.

В якості альтернативного джерела вхідних даних запропоновано використовувати додаток до енергетичного сертифіката будівлі. Цей файл, згідно з чинною процедурою енергосертифікації в Україні, містить перелік параметрів, необхідних для спрощеного розрахунку енергоспоживання за ДСТУ 9190:2022 (нац. адаптація ISO 13790).

Запропоновано об'єктно-орієнтовану модель будівлі, реалізовану на платформі Node.js, що дозволяє інтегрувати її в сучасні веб-застосунки та підключити до державної платформи ЄДССБ.

Окремо розроблено модуль парсингу додатків енергосертифікатів, які виконано у форматі Excel, з трансформацією структури в формат JSON. Фрагмент коду демонструє принцип прив'язки даних окремих комірок до об'єктної структури:



```
import XLSX from 'xlsx'
import cities from './reference-data/cities.json'
import { City } from './types'
export default function parseCertAnnex(filePath: string): {
    city: string
    purpose: string
} {
    const workbook = XLSX.readFile(filePath) // Книга
    const generalBuildingInfo = workbook.Sheets['1.1'] // Аркуш
    const inputData = {
        // 1.1 Загальна інформація про будівлю
        city: extractCityFromAddress(generalBuildingInfo['D3'].v), // Місто
        purpose: generalBuildingInfo['D4'].v, // Функційне призначення
    }
    return inputData
}
```

```
const extractCityFromAddress = (address: string): string => {
    const lowerCaseAddress = address.toLowerCase()
    for (const city of cities as City[]) {
        const lowerCaseCityUa = city.cityUa.toLowerCase()
        if (lowerCaseAddress.includes(lowerCaseCityUa)) {
            return city.city
        }
    }
    throw new Error(`Місто не знайдено в рядку: "${address}"`)
}
```

Рис. 1 Реалізація парсера Excel-додатку до енергосертифіката мовою TypeScript

Використання наявної бази енергетичних сертифікатів дозволяє значно зменшити вартість і складність створення погодозалежних енергетичних моделей для будівель, що вже експлуатуються. Це відкриває нові можливості для аналізу, оптимізації енергоспоживання та підбору відновлюваних джерел енергії.

ПАЛИВНІ КОМІРКИ ЯК ПЕРСПЕКТИВНА ТЕХНОЛОГІЯ БАЛАНСУВАННЯ ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В ЕНЕРГОСИСТЕМІ

Виговський В.Є., Івахнов А.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Паливні комірки (Fuel Cells) – це сучасні високотехнологічні джерела енергії, що виробляють електроенергію шляхом електрохімічної реакції, а не традиційного спалювання палива. Основними реагентами є водень і кисень, а кінцевими продуктами – електрика, вода та тепло. Такий підхід дозволяє мінімізувати викиди шкідливих речовин в атмосферу, особливо при використанні чистого водню, адже у процесі роботи не утворюється вуглекислий газ або інші токсичні сполуки [1]. Паливні комірки демонструють високу ефективність (до 60% і більше в когенераційних системах), працюють безшумно, не потребують підзарядки за умови постійного надходження палива, а також відзначаються високою надійністю. Їх можливо використовувати з різними видами пального – від водню до метанолу, що значно розширює сферу їх застосування.

Сьогодні існує декілька основних типів паливних комірок, зокрема PEMFC, SOFC, PAFC, MCFC, AFC та DMFC, кожен з яких має унікальні технічні характеристики, діапазон робочих температур і конкретні сфери використання – від побутових пристроїв і транспорту до масштабних промислових та енергетичних установок. Завдяки своїй гнучкості, екологічності та здатності до масштабування паливні комірки дедалі частіше використовуються у транспортному секторі, енергетиці, IT-галузі, телекомунікаціях, а також в аерокосмічній техніці [2].

Перспективи впровадження паливних комірок в Україні є надзвичайно високими, з огляду на наявність відновлюваних джерел енергії, потужну газотранспортну інфраструктуру, науково-дослідну базу та стратегічний курс на євроінтеграцію й декарбонізацію. Водневі технології можуть відігравати ключову роль у забезпеченні енергетичної незалежності країни, особливо в умовах надзвичайних ситуацій, таких як аварії чи військові дії. Вони здатні забезпечити автономне живлення об'єктів критичної інфраструктури та сприяти розвитку новітніх напрямів економіки. Загалом, паливні комірки є перспективною та екологічно безпечною технологією, що має велике значення для сталого розвитку енергетичного сектору як в Україні, так і в усьому світі.

Література:

1. Vasylyev O., Brychevskyi M., Brodnikovskyi Ye. The structural optimization of ceramic fuel cells. Universal J. Chem. 2016. Vol. 4 (2). P. 31–54. doi: 10.13189/ujc.2016.040201.

2. Vasylyev O.D., Brodnikovskyi Y.M., Brychevskyi M.M., Polishko I.O., Ivanchenko S.E., Vereshchak V.G. From Powder to Power: Ukrainian Way. SF J. Mater. Chem. Eng. 2018. Vol. 1 (1). 1001 p.

ВПРОВАДЖЕННЯ ГІБРИДНИХ PLUG-IN СИСТЕМ ДЛЯ ТЯГОВОГО РУХОМОГО СКЛАДУ

Геврасьов В.А., Маслій А.С., Буряковський С.Г., Антоненко Р.М.
Український державний університет залізничного транспорту, м. Харків

З початку повномасштабного вторгнення Росії енергетична система України зазнала значних руйнувань, що спричинили дефіцит електроенергії. У цих умовах критичною є модернізація залізничного транспорту, зокрема через впровадження гібридних plug-in тягових систем та оптимізацію режимів роботи рухомого складу

Застосування гібридних plug-in систем на залізничному транспорті дає значні переваги в умовах необхідності зниження енергоспоживання. В гібридній plug-in системі тягового РС під час обміну енергії між контактною мережею і тяговим електроприводом беруть участь накопичувачі енергії (акумулятори, суперконденсатори та інше), які дозволяють ефективно використовувати енергію, як в режимі тяги, так і під час гальмування. Крім того, гібридні технології мають потенціал для застосування на неелектрифікованих ділянках колій. В умовах, коли інфраструктура залізничного сполучення може зазнавати пошкоджень, застосування автономних гібридних локомотивів дозволяє забезпечити безперервність перевезень.

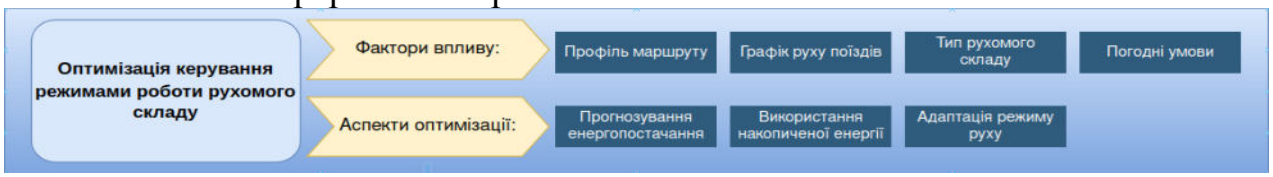


Рисунок - Складові оптимізації керування режимами роботи рухомого складу

Одна з основних задач оптимізації керування рухом поїздів полягає в забезпеченні максимальної енергоефективності через розробку та використання адаптивних систем управління, здатних враховувати різні фактори: зміну коефіцієнта зчеплення коліс; основні та додаткові сили опору; відхилення напруги в контактній мережі; зміну радіусу тягових коліс тощо.

Висновок: Впровадження гібридних plug-in систем і оптимізація керування режимами роботи рухомого складу зменшать енергоспоживання та викиди, підвищать ефективність транспорту й сприятимуть енергетичній незалежності України в умовах війни.

Література:

1. Буряковський С. Г., Маслій А. С., Помазан Д. П., Сафронов О. Е., Туренко О. Г. Підвищення енергоефективності маневрового тепловоза шляхом застосування накопичувачів енергії // *Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Техніка та електрофізика високих напруг*. 2019. № 27 (1352). С. 3–8. DOI: 10.20998/2079-0740.2019.27.01. ISSN 2079–0740 (Print), ISSN 2519–2248 (Online).

2. Носков В. І., Скородєлов В. В., Гейко Г. В., Ліпчанська О. В. Оптимізація режимів роботи тягового привода // *Системи управління, навігації та зв'язку*. 2022. № 3. С. 45–50. DOI: 10.26906/SUNZ.2022.3.045.

ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ПРОЦЕСУ ЗМІШУВАННЯ КОМПОЗИЦІЙ НАПІВПРОВІДНИХ ЕКРАНІВ СИЛОВИХ КАБЕЛІВ

Гринишина М.В.
ІНТЕРКАБЕЛЬ КИЇВ, м. Київ

Напівпровідні екрани є обов'язковим конструктивним елементом силових кабелів незалежно від застосованої полімерної ізоляції. Основний матеріал – сажа (чорний вуглець виготовляється комплектним і контрольованим спалюванням вуглеводнів), яка додається у полімерну матрицю. Природа сажі стовідсотково визначає продуктивність напівпровідного екрану та впливає на фізичні властивості і функціональність силового кабелю у цілому [1].

Технічні характеристики сажі, як основного інгредієнта напівпровідних екранів, значно покращено щодо вмісту золи та іонів. У сучасних композиціях максимальна концентрація іонів не більше 100 масових часток, сірки – не більше 200 масових часток. Домішки в сажі, частинки попереднього затвердіння або механічні пошкодження при екструзії обумовлюють утворення виступів в напівпровідному екрані та призводять до локального зростання електричного поля у високовольтній ізоляції.

Тривалість технологічного процесу змішування сажі з полімерною композицією суттєво впливає на значення об'ємного питомого опору ρ_v: надмірне змішування призводить до розпаду сажі та зростанню ρ_v (рис.1).

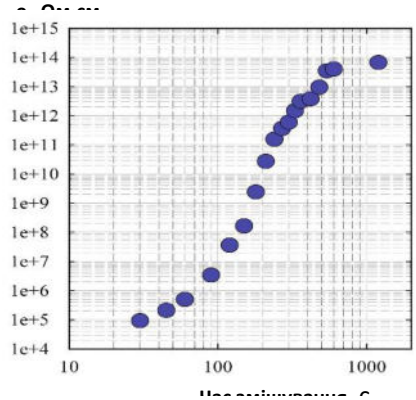


Рис. 1

На рис. 1 показано вплив часу змішування на питомий об'ємний опір напівпровідного покриття з вмістом 50% сажі марки N660, що складається з дрібних сферичних частинок, які утворюють агрегати розміром 250 нм. Вимірювання проведено відповідно до американського стандарту ASTM D3191.

Незначне збільшення часу змішування з 30 с до 300 с (рис. 1) призводить до суттєвого, у 10^7 разів, зростання питомого об'ємного опору: така композиція втрачає властивості напівпровідного середовища та становиться діелектричним. Відбувається механічне руйнування агломератів, які є скупченнями первинних агрегатів, з'єднаних між собою силами міжмолекулярної взаємодії Ван-дер-Ваальса. Механічні властивості такого напівпровідного покриття погіршуються, спричиняючи шорстку поверхню, що може стати причиною утворення виступів в полімерну ізоляцію або навпаки, в мідний загальний екран кабелю. Такі дефекти обумовлюють зростання інтенсивності часткових розрядів, водних триінгів в товщі полімерної ізоляції при експлуатації силових кабелів.

Література:

1. Безпрозванних Г.В., Гринишина М.В. Електрофізичні процеси у композитних напівпровідних екранах та їхній вплив на діелектричні параметри силових високовольтних кабелів. *Технічна електродинаміка*. 2024, №2, 12-22 с. DOI: 10.15407/techned2024.02.012.

ДИГІТАЛІЗАЦІЯ РЕЛЕЙНОГО ЗАХИСТУ ЗАСОБАМИ МОВИ ПРОГРАМУВАННЯ JAVA

Данильченко Д.О., Цюпа В.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Надійність і безпека електричних систем значною мірою залежать від ефективності роботи релейного захисту. Традиційні аналогові схеми мають низку обмежень, що актуалізує перехід до цифрових технологій. Застосування мов програмування для реалізації захисних алгоритмів дозволяє створювати адаптивні та високотехнологічні системи.

Метоб данної роботи визначено розробка та випробування цифрові алгоритми основних систем релейного захисту мовою Java, забезпечити їх працездатність при виникненні різних аварійних ситуацій у мережі.

В роботі було реалізовано програмні моделі максимального струмового захисту з багаторівневою логікою, дистанційного захисту з полігональною та круговою характеристиками та диференційного захисту трансформатора з блокуванням за другою гармонікою. Для перевірки використовували COMTRADE-дані та імітаційні сценарії коротких замикань.

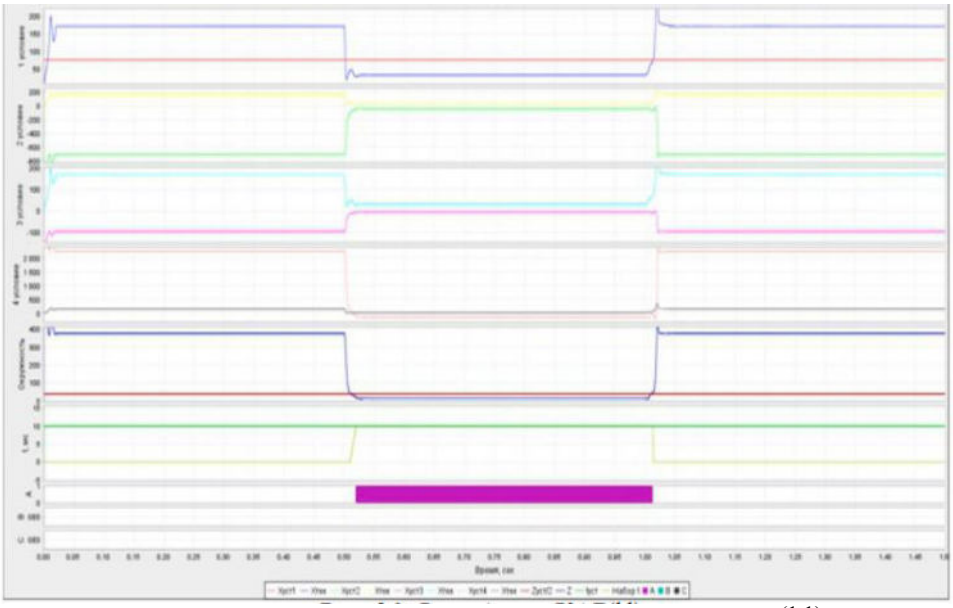


Рисунок 1. Сигнал захисту. Фаза А в КАВ$^{(1,1)}$

Як результат: розроблені алгоритми, що забезпечують своєчасне виявлення та відключення аварійних режимів. Максимальний струмовий захист працює за чотириступеневою схемою. Дистанційний захист коректно визначає місце аварії за імпедансом і форму зони спрацювання. Диференційний захист трансформатора демонструє коректну роботу в режимах внутрішніх і зовнішніх КЗ та при вмиканні трансформатора.

Отримані результати підтверджують доцільність цифрової реалізації систем релейного захисту на основі Java. Це дозволяє створювати сучасні адаптивні захисні комплекси для цифрових підстанцій із розширеними функціональними можливостями та високою точністю роботи.

РОЗПОДІЛ ЗНАЧЕНЬ ШВИДКОСТЕЙ НАРОСТАННЯ ГАЗІВ В СПРАВНИХ ТРАНСФОРМАТОРАХ НЕГЕРМЕТИЧНОЇ КОНСТРУКЦІЇ

Довгалюк В.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

На цей час одним із критеріїв для виявлення дефектів маслонаповненого обладнання електричних мереж є критерій швидкостей наростання газів. Виконаний аналіз показав наявність істотних відмінностей не тільки в граничних значеннях швидкостей наростання газів, які регламентовані різними стандартами, але навіть відмінності в виразах за якими розраховуються значення даного критерію. Для визначення граничних значень швидкостей наростання газів доцільно використовувати методи статистичних рішень, наприклад, метод мінімального ризику. Однак, для практичної реалізації даного методу необхідна інформація про закони розподілу швидкостей наростання газів у справних та дефектних трансформаторах. При аналізі законів розподілу швидкостей наростання газів у справних трансформаторах було використано результати експлуатаційних випробувань щодо 457 трансформаторів 110-330 кВ, негерметичного виконання з п'яти областей України. На першому етапі розраховані значення швидкостей наростання газів були піддані статистичній фільтрації з метою формування однорідних масивів даних показників. Для цих цілей була використана процедура, розроблена в [1-2]. Далі використовуючи програму «ZR» [3] були виконані дослідження законів розподілу швидкостей наростання газів. За результатами досліджень встановлено, що розподіл швидкостей наростання газів у справних трансформаторах негерметичного виконання може бути описаний подвійним експоненційним розподілом (розподілом Лапласа), що повністю збігається з отриманими раніше результатами [4]. Отримані значення параметрів масштабу та форми розподілу Лапласа будуть використані для визначення граничних значень швидкостей наростання газів.

Література:

1. Шутенко О.В., Баклай Д.Н. Особенности статистической обработки результатов эксплуатационных испытаний при исследовании законов распределения результатов хроматографического анализа растворенных в масле газов. *Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Збірник наукових праць. Серія: Техніка та електрофізика високих напруг – Харків: НТУ «ХПІ».* – 2013. – №60(1033). – С. 136-150.

2. Shutenko O., Ponomarenko S. Analysis of Distribution Laws of Transformer Oil Indicators in 110–330 kV Transformers / Electrical Engineering & Electromechanics. - 2021. No. 5. - P. 46–56.

3. Шутенко О.В., Баклай Д.Н. Планирование экспериментальных исследований в электроэнергетике. Методы обработки экспериментальных данных [Учеб. пособие для втузов] / О.В.Шутенко, Д.Н. Баклай – Харьков.: НТУ «ХПИ», 2013. – 268 с.

4. Шутенко О.В. Анализ законов распределения скоростей нарастания газов в высоковольтных трансформаторах негерметичного исполнения. *Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Збірник наукових праць. Серія: Техніка та електрофізика високих напруг – Харків: НТУ «ХПІ».* – 2017. – № 15 (1237). – С. 103-110.

ВПРОВАДЖЕННЯ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ КЕРУВАННЯ РЕЖИМАМИ РОЗПОДІЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ УКРАЇНИ

Довгалюк О.М., Білоконь Г.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Ефективність функціонування електричних мереж значною мірою визначається процесом керування режимами їх роботи. Для розподільних електричних мереж (РЕМ) України, які характеризуються низьким рівнем автоматизації, зростанням кількості джерел розосередженого генерування (ДРГ), підвищенням рівня вимог споживачів до надійності та якості надання послуг електропостачання, ці питання зараз набувають особливої актуальності завдяки можливостям наявних прогресивних цифрових технологій, серед яких концепція Smart Grid займає ключову роль.

Поточний стан української енергетики призвів до формування певних особливостей експлуатації РЕМ, які суттєвим чином впливають на процес впровадження цифрових технологій. Серед них в першу чергу слід зазначити складність умов функціонування через військові дії і постійне руйнування об'єктів енергетичного сектору, значна частина яких відноситься саме до РЕМ. Робота енергосистеми України в умовах масованих ворожих обстрілів та загроз порушення централізованого електропостачання призвела до створення великої кількості децентралізованих систем електропостачання з можливістю живлення споживачів від ДРГ в автономному режимі, що фактично забезпечує зміну структури РЕМ і потребує якнайшвидшої відповідної адаптації систем керування для таких електричних мереж [1]. Важливим фактором також є потреба у прискорених темпах впровадження цифрових технологій через необхідність якомога скорішого відновлення зруйнованої енергетичної інфраструктури та доцільність використання для вирішення цієї задачі новітніх розробок і технології згідно загальних напрямків розвитку енергетичного сектору країни та зазначених пріоритетів його повоєнної відбудови [2].

Виконаний аналіз світового досвіду та особливостей впровадження цифрових технологій для керування режимами РЕМ показав, що найбільш ефективними для першочергового впровадження в енергосистему України є системи інтелектуального обліку і моніторингу стану мережевих об'єктів, керування розподілом потоків потужності в мережі та керування аварійними відключеннями. Впровадження зазначених цифрових технологій сприятиме формуванню удосконалених методів керування режимами РЕМ України для забезпечення надійної роботи сучасної клієнтоорієнтованої системи розподілу.

Література:

1. Довгалюк О.М., Баталін В.Ю., Білоконь Г.В. Аналіз методів керування режимами розподільних електричних мереж України. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доп. 32-ї міжнар. наук.-практ. конф. MicroCAD–2024, Харків: НТУ "ХПІ", 2024, С. 108.

2. Проект національного плану з енергетики та клімату України 2025-2030, URL: https://me.gov.ua/view/e79ecda3-f092-4d36-b600-21083ee61fa8

СУЧАСНІ ЗАСОБИ РЕГУЛЮВАННЯ НАПРУГИ В РОЗПОДІЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ

Довгалюк О.М., Пірotті О.Є., Баталін В.Ю.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Регулювання напруги є одним із ключових аспектів ефективності роботи розподільних електричних мереж (РЕМ) та забезпечення вимог до показників якості електричної енергії, завдяки чому завжди відносилось до найважливіших завдань енергетики.

Загальним підходом до регулювання напруги в РЕМ багатьох енергосистем світу є використання локальних засобів регулювання, які встановлюються в центрах живлення і відповідно до потреб споживачів та особливостей мережі забезпечують стабілізацію або зустрічне регулювання напруги згідно з прийнятим законом регулювання. При цьому раціональна компенсація реактивної потужності за допомогою нерегульованих і регульованих батарей статичних конденсаторів, статичних джерел реактивної потужності і синхронних машин – невід'ємна складова задачі регулювання напруги в РЕМ. Застосування певних технічних засобів для регулювання напруги залежить від особливостей конкретних електричних мереж [1] та вимог з боку споживачів і, в результаті, остаточно визначається намірами забезпечити організацію ефективної та раціональної експлуатації РЕМ [2].

Тенденції розвитку світової енергетики, що направлені на цифровізацію енергетичної галузі, а також наявність нових технологій та інноваційних розробок створюють перспективи впровадження сучасних технічних засобів регулювання напруги і реактивної потужності, які дають змогу максимально адаптувати енергосистему як до потреб споживачів, так і до поточних вимог щодо забезпечення режиму. Аналіз міжнародного досвіду впровадження зазначених засобів дозволяє зробити висновки, що найбільш перспективними з них є інтелектуальні системи регулювання, які дозволяють оптимальним чином забезпечити координацію між наявними пристроями регулювання напруги і реактивної потужності в електричній мережі [3].

Для енергосистеми України застосування технологій Smart Grid для регулювання напруги та реактивної потужності в РЕМ дозволить створити сучасну технічну платформу для удосконалення методів керування режимами електричних мереж відповідно до актуальних викликів сьогодення.

Література:

1. Довгалюк О.М., Баталін В.Ю., Білоконь Г.В. Аналіз особливостей структурного виконання сучасних розподільних електричних мереж / Матеріали VI Міжнародної науково-технічної конференції «Енергоефективність та енергетична безпека електроенергетичних систем (EEES-2022)», 2022, с. 27-28.

2. Davi-Arderius D., Troncia M., Peiró J.J. Operational Challenges and Economics in Future Voltage Control Services. *Curr Sustainable Renewable Energy Rep*, 2023, vol. 10, p. 130-138.

3. Srivastava P. et al. Voltage regulation in distribution grids: A survey. *Annual Reviews in Control*, 2023, vol. 55, pp. 165-181.

ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД УКРАЇНИ

Довгалюк О.М.[1], Савченко Н.П.[2]
[1]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків
[2]Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», м. Харків

Для сучасного етапу функціонування енергосистеми України характерним є процес децентралізації структури, причиною якого є значна кількість джерел розосередженого генерування (РГ), що впроваджуються в розподільні електричні мережі (РЕМ) та забезпечують можливість живлення споживачів в локальному режимі роботи мережі. Значну роль в активізації цього процесу в Україні відіграла загальна тенденція розвитку відновлюваної енергетики як свідомого кроку у вирішенні питань декарбонізації енергетичного сектору, так і повномасштабна війна, наслідком якої є руйнування енергетичних об'єктів, що носить системний характер і спричиняє порушення процесу електропостачання значної кількості промислових і побутових споживачів. За таких умов питання забезпечення надійної роботи РЕМ набуло особливої актуальності і для енергосистеми України набуло певних особливостей у його вирішенні.

Одним з дієвих заходів у вирішенні питань підвищення надійності електропостачання споживачів стала тенденція створення енергонезалежних громад, які передбачають використання локальних джерел РГ для забезпечення автономного живлення споживачів під час ушкоджень в централізованій системи електропостачання (СЕП). Значний внесок в створення локальних СЕП відіграють об'єднані територіальні громади, які забезпечують підтримку в інвестуванні таких проектів [1].

Розробка та впровадження для локальних СЕП територіальних громад систем контролю та керування режимами роботи, які будуть ґрунтуватись на використанні інтелектуальних технологій, забезпечать можливість динамічної зміни структури СЕП в залежності від поточної ситуації та дозволять вирішувати задачу оптимального поєднання джерел РГ. Такі інтелектуальні системи керування реалізують алгоритм визначення доцільних заходів для підвищення надійності роботи СЕП [2] відповідно до особливостей обраної структури РЕМ, технічного стану обладнання та умов його експлуатації. Це сприятиме підвищенню ефективності, надійності та безпеки енергопостачання споживачів таких СЕП.

Література:

1. Формування технологічних структур енергонезалежних громад: монографія / за заг. ред. В.В.Каплуна / Національний університет біоресурсів і природокористування України; Інститут загальної енергетики НАН України. Одеса: Видавничий дім «Гельветика», 2024. 312 с.

2. Dovgalyuk O. et al. Reliability Increase of the Distribution Electric Networks Operation in the Implementation of the Energy Market in Ukraine / 2019 IEEE 6th International Conference on Energy Smart Systems (ESS), Kyiv, Ukraine, 2019, pp. 70-75.

НЕОБХІДНІСТЬ УСУНЕННЯ ВІДХИЛЕННЯ НАПРУГИ В ЕЛЕКТРИЧНІЙ МЕРЕЖІ

Донецька Т.С., Дяченко О.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасному світі електрична енергія є основою функціонування промислових підприємств, установ і побутових об'єктів. Надійність та якість електропостачання мають безпосередній вплив на ефективність роботи обладнання, тривалість його експлуатації та комфорт споживачів. Одним із важливих показників якості електроенергії є стабільність напруги в електричній мережі. Відхилення напруги від номінальних значень можуть призводити до серйозних наслідків – від зниження продуктивності електроприладів до їх повного виходу з ладу. Тому питання усунення таких відхилень є актуальним як для енергетиків, так і для кінцевих споживачів.

Відхилення напруги можуть бути спричинені як зовнішніми чинниками, наприклад: перевантаження ліній, аварії, погодні умови, так і внутрішніми – нераціональне навантаження, неякісне обладнання, застарілі елементи інфраструктури. В умовах зростання електроспоживання, впровадження нових типів навантажень такими, як електромобілі, сонячні панелі, інверторні пристрої, ця проблема набуває ще більшої актуальності.

Для її вирішення сьогодні застосовується комплексний підхід, що включає як традиційні методи – використання трансформаторів з РПН, стабілізаторів, конденсаторних батарей, так і сучасні інноваційні технології – системи Smart Grid, автоматичні регулятори напруги, інтелектуальні системи керування навантаженням та електроенергетичні сховища.

Значну роль у стабілізації напруги відіграють: модернізація електромережі, заміна застарілого обладнання; автоматизовані системи контролю та керування; інтеграція локальних джерел живлення та систем безперебійного електропостачання; вдосконалення нормативної бази та контроль якості електроенергії. Також суттєвий вплив має сучасна тенденція переходу до інтелектуальних мереж, які завдяки цифровізації, автоматизації та гнучкості дозволяють здійснювати регулювання параметрів у реальному часі, передбачати пікові навантаження та вчасно реагувати на позаштатні ситуації.

Таким чином, можна зробити висновок, що усунення відхилення напруги – це не одноразова дія, а безперервний процес, який потребує постійного моніторингу, оновлення обладнання та використання сучасних технологій. Важливо також наголошувати на співпраці між енергопостачальними організаціями, державою та споживачами. Лише завдяки цілісному підходу можливо досягти високої якості електропостачання, надійності роботи мережі та енергетичної безпеки в цілому.

ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ НА ПЕРІОД ДО 2030 РОКУ

Дяченко О.В., Донецька Т.С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Електроенергетика є ключовою галуззю економіки України, що відіграє важливу роль у забезпеченні енергетичної безпеки та сталого розвитку країни. У період до 2030 року очікується суттєва трансформація енергетичного сектору, зумовлена глобальними трендами, євроінтеграційними процесами та внутрішніми потребами модернізації. Основними напрямами розвитку стануть декарбонізація, інтеграція з європейським енергоринком, модернізація інфраструктури та інноваційні технології.

Україна продовжить перехід до «зеленої» енергетики, збільшуючи частку сонячної та вітрової генерації. Уряд стимулюватиме інвестиції у ВДЕ (відновлювані джерела енергії), зокрема через нові механізми підтримки, такі як контракти на різницю. Очікується також розвиток технологій накопичення енергії для балансування мережі та зменшення залежності від традиційних джерел.

Оновлення електромереж, впровадження інтелектуальних систем управління та підвищення енергоефективності сприятимуть зменшенню втрат електроенергії та покращенню стабільності постачання. Збільшиться впровадження цифрових технологій, зокрема «розумних мереж» (smart grids), що забезпечать ефективніше управління енергопотоками.

Поглиблення інтеграції з європейською енергосистемою дозволить Україні експортувати електроенергію та залучати інвестиції для модернізації галузі. Співпраця з ENTSO-E сприятиме стабілізації енергосистеми та гармонізації регуляторних стандартів із європейськими нормами.

Враховуючи стратегічне значення атомної генерації, планується будівництво нових енергоблоків та модернізація існуючих АЕС для підвищення їхньої ефективності та безпеки. Зокрема, Україна працює над впровадженням малих модульних реакторів (SMR), які можуть стати важливим компонентом енергосистеми майбутнього.

Для досягнення амбітних енергетичних цілей необхідно створити сприятливі умови для залучення приватних інвесторів. Очікуються подальші законодавчі реформи, які забезпечать прозорість ринку, захист прав інвесторів та стимулювання впровадження інноваційних рішень.

Перспективи розвитку електроенергетики України на період до 2030 року пов'язані з розвитком відновлюваних джерел, модернізацією інфраструктури та інтеграцією в європейські енергетичні ринки. Важливу роль відіграватиме атомна енергетика, технології накопичення енергії. Успішна реалізація цих заходів сприятиме енергетичній незалежності, екологічній безпеці та стійкому економічному розвитку України.

ПОБУДОВА СИСТЕМИ ЗВ'ЯЗКУ МІЖ ЦИФРОВИМИ ПІДСТАНЦІЯМИ

Дяченко О.В., Донецька Т.С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Цифрові підстанції є сучасним рішенням для автоматизованого управління електроенергетичними системами. Вони забезпечують високу надійність, ефективність і безпеку енергомереж, використовуючи передові технології цифрового зв'язку, моніторингу та аналізу даних.

Система зв'язку між цифровими підстанціями є критично важливим елементом сучасних енергетичних мереж. Вона забезпечує обмін даними між пристроями, сприяючи надійності, ефективності та безпеці електроенергетичних систем.

Перехід до цифрової підстанції відбуватиметься поетапно. Спочатку впроваджується мікропроцесорна система безпеки, яка відповідає вимогам стандарту IEC 61850. Передача даних між терміналами здійснюється через цифровий інтерфейс Ethernet із застосуванням протоколу GOOSE (Generic Object Oriented Substation Event), що використовується для взаємодії пристроїв у високовольтних електромережах рис. 1. Даний протокол визначений у стандарті IEC 61850-8-1 і застосовується для технології «видавець-одержувач», що забезпечує широкомовну передачу дискретних сигналів про події на підстанціях.



Рисунок 1 – Структура та принципи взаємодії цифрових підстанцій

Для мереж середньої напруги передача даних до системи керування відповідно до рекомендацій IEC 61850 може відбуватися через контрольний кабель без необхідності зміни способу передачі інформації. Наступним кроком стане впровадження протоколу MMS (Manufacturing Message Specification), який підтримує технологію клієнт-сервер і регламентований стандартом IEC 61850-8-1. Цей протокол застосовується для обміну інформацією, результатами вимірювань, діагностичними повідомленнями, а також для відправлення команд управління.

На фінальному етапі відбудеться заміна ключового обладнання енергетичного об'єкта та модернізація супутніх систем, зокрема щитів постійного струму та власного енергоспоживання, а також діагностичних систем основного устаткування.

ОСОБЛИВОСТІ ВИБОРУ СИСТЕМИ ЗАЗЕМЛЕННЯ З ПОМІЖ TN-C-S ТА TT

Заблоцький М.С., Івахнов А.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

З метою здешевлення безпечної, але фінансово витратної системи TN-S з розділенням провідників N і PE, існує компромісне рішення - система TN-C-S. Вона дозволяє зменшити витрати, лише трохи перевищивши витрати на TN-C. Суть полягає в тому, що від підстанції електроенергія подається по комбінованому провіднику PEN, з'єднаному з глухозаземленою нейтраллю. На вводі в будинок виконується повторне заземлення (або не виконується, наприклад, у квартирах), після чого PEN розділяється на PE (захисний) та N (робочий нуль). Опір повторного контуру має бути не більше 30 Ом, тоді як для трансформаторів - до 4 Ом. Недоліком є небезпека появи струму на контурі заземлення у разі пошкодження PEN-провідника. Тому нормативи вимагають додаткових заходів захисту, зокрема - встановлення повторних заземлювачів уздовж усієї лінії від підстанції.

При подачі електроенергії по повітряній лінії, в разі використання небезпечної (з одної точки зору) системи TN-C важко забезпечити належний захист PEN провідника від обриву. Для цього застосовується система TT, яка передбачає «глухе» заземлення нейтралі трансформатора, і передачу трифазної напруги по чотирьох проводах. На стороні споживача виконується місцевий, як правило, модульно-штирьовий заземлювач, до якого підключаються всі провідники заземлення PE, пов'язані з розетками або корпусами електроприладів [2].У міській місцевості систему TT часто використовують при електрифікації точок тимчасової торгівлі. При такому способі пристрою заземлення обов'язковою умовою є наявність приладів захисного відключення ПЗВ, а також здійснення технічних заходів захисту від блискавки. Опір контуру заземлення споживачів в системі заземлення розраховується за формулою, залежить від струму спрацьовування ПЗВ і має бути не більше 10 Ом Систему TT рекомендується використовувати тільки для тимчасових або пересувних електроустановок (будівельний вагончик, торговий кіоск та інше).[3].

Вибір системи заземлення залежить від багатьох факторів, хоча TT заборонена для постійного застосування, але це єдиний безпечний вид заземлення для сільських та віддалених кутків країни, де старі лінії та немає своєчасного обслуговування. TN-C-S безпечна сучасна система заземлення при дотриманні правил та в багатоповерхових будинках де реалізувати можливо лише її.

Література:

1. Системи заземлення, типи, TN-C, TN-C-S, TN-S, TT, IT. URL: https://energomag.net/zazemlenie-dlya-doma/sistemi-zazemlennya-tipitn-c-tn-c-s-tn-s-tt-it.

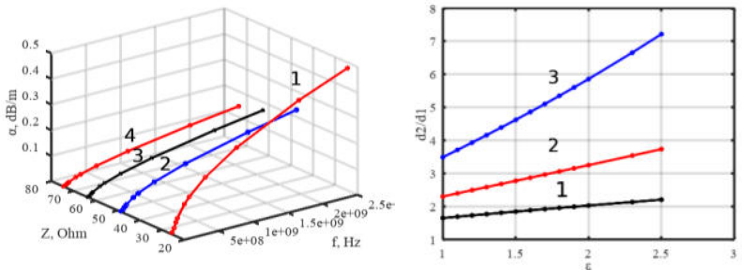
2. Система заземлення TN-C-S. URL: https://energyall.com.ua/sistemy-zazemleniya-tn-s-tn-c-tnc-s-tt-it/.

3. IEC 61557-11 RevisedIEC 61557-11:2009Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1000 V a.c. and 1500 V d.c. - Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures.

КЛЮЧОВІ РІШЕННЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОДУКТИВНОСТІ РАДІОЧАСТОТНИХ КОАКСІАЛЬНИХ КАБЕЛІВ

Іщенко Р.І., Євстратенко А.Р., Безпрозванних Г.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

З розвитком цифрових технологій різноманітність і складність конструктивного виконання радіочастотних коаксіальних кабелів значно розширилися. Спектр застосувань варіюється від аерокосмічної, оборонної промисловості та зв'язку в радіолокаційних системах, засобах електронної боротьби, GPS та радарах, телекомунікаціях при передачі сигналів через мережі Wi-Fi, LTE та 5G, у рентгенівських системах та дистанційному моніторингу пацієнтів, сучасному діагностичному обладнанні з апаратами МРТ до промисловості у датчиках Інтернету речей, при здійснені моніторингу і контролю виробничих процесів у реальному часі. Ці кабелі передають електромагнітну енергію у всьому радіочастотному спектрі від сотень герц (Гц) до десятків гігагерц (ГГц) з мінімальними втратами та високим ступенем завадостійкості. Зменшення втрат електромагнітної енергії досягається при передачі сигналів узгодженістю імпедансу кабелю з імпедансами джерела та навантаження у кабельній лінії. Хвильовий опір (імпеданс) ***Z*** - ключовий електричний параметр передачі коаксіальних електричних кабелів (рис.1,*а*) визначається конструкцією, застосованими провідниковими та електроізоляційними матеріалами. Цей параметр не значно змінюється у високочастотному діапазоні, але суттєво впливає на втрати електромагнітної енергії при передачі сигналів - коефіцієнт згасання α (рис.1,*а*).



а *б*

Рис. 1

Для забезпечення типових значень хвильового опору 30 Ом, 50 Ом та 75 Ом конструкції радіочастотних кабелів повинні бути оптимізовано: у разі мідних внутрішнього та зовнішнього провідників коаксіальної пари відношення діаметрів по електричній ізоляції d_2 до внутрішнього провідника d_1 становитиме: d_2/d_1=1,65; 2,7 та 3,6 (криві 1,2, 3 на рис. 1,*а* для діелектричної проникності ізоляції ε=1,5). Для кабелів із Z=75 Ом (ε=1,5, d_2/d_1 = 4,7 - крива 4, рис.1,*а*) спостерігається відхилення оптимального відношення d_2/d_1 у діапазон більших значень (порівняйте криву 3 з кривими 1 та 2, рис.1,*б* та криву 4 з кривою 3 на рис. 1,*а*). Врахування електрофізичних характеристик електричної ізоляції є ключовим рішенням оптимізації продуктивності радіочастотних коаксіальних кабелів для мінімізації втрат електромагнітної енергії.

ОСОБЛИВОСТІ ДІАГНОСТИКИ СИЛОВИХ КАБЕЛІВ З ПОЛІЕТИЛЕНОВОЮ ІЗОЛЯЦІЄЮ ЗА РІВНЕМ ЧР

Кєссаєв О.Г., Бойко І.В., Гайнутдінов М.А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Важливим параметром кабельного виробу, що визначає його експлуатаційні характеристики, є цілісність ізоляції. Під час експлуатації напруженість електричного поля викликає в окремих елементах ізоляції перенапруження, які можуть призвести до скорого повного пробою електроізоляційної конструкції. Для зменшення вірогідності пробою на початку експлуатації кабелю з поліетиленовою ізоляцією необхідно проводити випробування як на стадії виробництва, так і перед введенням в роботу.

Для оцінки стану ізоляції силових кабелів застосовуються різні методи випробувань та діагностики, у тому числі традиційно використовувані та нові сучасні методи. На сьогоднішній день найбільшого поширення набули методи реєстрації електричних імпульсів при часткових розрядах (ЧР) в ізоляції.

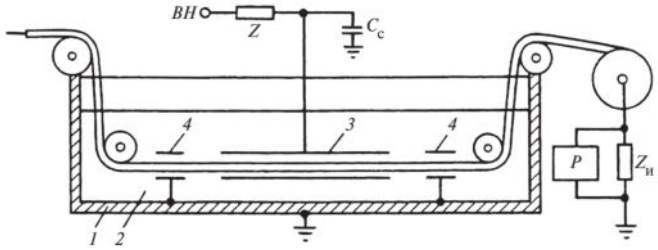


Рисунок 1 – Схема вимірювання ЧР у кабелі

Сучасні методи діагностики ЧР у кабелях з поліетиленовою ізоляцією засновані на особливості досліджень саме максимального рівня заряду одиничного часткового розряду. Додатково вводяться критерій напруги початку розвитку ЧР.

На сьогоднішній день методи дослідження якості кабельної ізоляції на підприємствах та під час експлуатації зосереджені на працездатності кабелю при прикладанні підвищеної напруги, хоча теперішня енергетична обстановка в Україні призводить до скорішого старіння ізоляції. Методи виявлення ЧР призводять до необхідності контролю кількості часткових розрядів при наростанні напруги, а також аналізу рівня заряду ЧР та місць їх локалізації.

Література:

1. ДСТУ EN 60270:2016 Методи високовольтних випробувань. Вимірювання часткових розрядів (EN 60270:2001/A1:2016, IDT; IEC 60270:2000/A1:2015, IDT). Зміна № 1:2022

2. Кєссаєв О. Г. Водяні триінги в силових кабелях при дії сильного електричного поля та техніка їх виявлення [Електронний ресурс] : автореф. дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.09.13 / Олександр Геннадійович Кєссаєв ; [наук. керівник Безпрозванних Г. В.] ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Харків, 2017. – 22 с. – Бібліогр.: с. 16-18. – укр.

АНАЛІЗ ТА ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ СИГНАЛЬНО-БЛОКУВАЛЬНИХ КАБЕЛІВ

Кєссаєв О.Г., Гонтар Ю.Г., Ковалек П.Є., Мукосєєв Д.П.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сигнально-блокувальні кабелі відіграють ключову роль у забезпеченні надійного функціонування систем управління та автоматизації в залізничній, енергетичній і промисловій сферах. Їх основне призначення – передача сигналів, керування блокувальними механізмами та забезпечення безпеки на об'єктах критичної інфраструктури.

Згідно з даними з відкритих мереж з початком повномасштабного вторгнення фактор війни та закрите авіаційне сполучення вплинули на збільшення попиту автомобільних та залізничних перевезень. З кожним днем попит на перевезення неупинно зростає, тому актуальним є питання забезпечення надійної та безвідмовної роботи сигнальних кабелів.

Особливістю конструкції сигнальних кабелів є їх варіативність і, хоча згідно з діючим ДСТУ EN 50575:2018 продукція такого роду може виконуватись з різною конструкцією та кількістю струмопровідних жил, вони мають відповідати вимогам щодо пожежної безпеки відповідно до норм та стандартів.



Рисунок 1 – Варіанти виконання сигнально-блокувальних кабелів різними виробниками

Задля забезпечення високих характеристик пожежобезпечності провідні кабельні підприємства використовують сучасні вогнетривкі компаунди та домішки до основного матеріалу оболонки та ізоляції.

За результатами випробувань в умовах виробничої лабораторії отримані дані щодо параметрів кабелів за умови пришвидшеного теплового старіння. Проаналізовано параметри внесення антипіренових домішок до складу ізоляції та їх вплив на електричні властивості готового виробу.

Література:

1. ДСТУ EN 50575:2018 Кабелі силові, контрольні та зв'язку. Кабелі для загального використання в будівельних спорудах згідно з вимогами щодо реакції на вогонь.
2. Kiessaiev, O., Gontar, Yu., Kovalek, P. Analysis of determination of fire resistance limits of cable lines. IEEE 4th KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek) 2023.

ФОРМУВАННЯ КОМБІНОВАНОГО ДІАГНОСТИЧНОГО ПРОСТОРУ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ТИПУ ДЕФЕКТІВ МАСЛОНАПОВНЕНОГО ОБЛАДНАННЯ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ АНАЛІЗУ РОЗЧИНЕНИХ У МАСЛІ ГАЗІВ

Кулик О.С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Наразі для розпізнавання типу дефекту маслонаповненого обладнання за результатами аналізу розчинених у маслі газів використовують три окремі типи діагностичного простору (ДП): ДП, сформований у координатах відношень характерних газів; ДП, сформований у координатах відсоткового вмісту газів, і ДП, сформований у координатах відношень концентрацій кожного з газів до газу з максимальною концентрацією. Слід зазначити, що розмірність діагностичного простору, з одного боку, має бути достатньою для забезпечення надійного розпізнавання, з іншого боку, вона не має бути надлишковою, щоб не призвести до ефекту «прокляття розмірності». Із трьох використовуваних типів ДП через фізичні особливості розмірність можна коригувати тільки для ДП, сформованого в координатах відношень характерних газів [1, 2]. При цьому використання трьох основних відношень газів (CH_4/H_2, C_2H_4/C_2H_6, C_2H_2/C_2H_4) не завжди дає змогу достовірно розпізнати тип дефекту. Наприклад, значення цих відношень будуть перебувати в одних і тих самих діапазонах значень, як під час розрядів із низькою щільністю енергії, так і під час розрядів із низькою щільністю енергії, що супроводжуються низькотемпературним нагріванням [3]. Збільшення розмірності даного ДП за рахунок використання інших відомих відношень: C_2H_6/CH_4, C_2H_2/CH_4, C_2H_6/C_2H_2 не підвищує достовірності розпізнавання цих дефектів. Водночас використання комбінованого ДП, сформованого з використанням усіх трьох типів ДП [4], дало змогу забезпечити практично 100 % розпізнавання.

Література:

1. Shutenko O., Kulyk O. Comparative analysis of the defect type recognition reliability in high-voltage power transformers using different methods of DGA results interpretation. *2020 IEEE Problems of Automated Electrodrive. Theory and Practice (PAEP)*, Kremenchuk, Ukraine, 21–25 September 2020. P. 1–6.

2. Shutenko O., Kulyk O. Comparative analysis of new methods for defect type recognition by dissolved gas analysis. *2022 IEEE 3rd KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek)*, Kharkiv, Ukraine, 3–7 October 2022. P. 1–6.

3. Shutenko O., Kulyk O. Analysis of gas content in oil-filled equipment with low energy density discharges. *International Journal on Electrical Engineering and Informatics*. 2020. Vol. 12, no. 2. P. 258–277.

4. Shutenko O., Kulyk O. Method of fault-type recognition based on the dissolved gas analysis using a set of diagnostic criteria. *IET Generation, Transmission & Distribution*. 2023. Vol. 17, no. 24. P. 5511–5523.

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ТА ВИКЛИКИ В ПРОГНОЗУВАННІ ТРАНЗИТИВНОЇ СТАБІЛЬНОСТІ ЕНЕРГОСИСТЕМИ В РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ

Лесняк В.І.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Одним з ключових завдань у забезпеченні надійності енергосистеми є оцінка транзитивної стабільності. Серед усіх методів найбільш перспективними є методи прогнозування в режимі реального часу (TSP).

До методів TSP відносяться методи: моделювання у часовій області, машинного навчання, методи на основі показника Ляпунова, траєкторні та модальні підходи. Моделювання у часовій області забезпечує точність, але є обчислювально затратним. Методи машинного навчання[1] (ML) дозволяють виконувати класифікацію стабільності за попередньо навченими моделями, однак є залежними від змін топології системи та якості симуляцій.

Методи на основі показника Ляпунова вимагають значного часу спостереження(1-5с.), що обмежує оперативність реагування. Траєкторні підходи[2], включаючи авторегресивне моделювання (AR), дозволяють прогнозувати динаміку сигналів на основі вимірювань PMU. Додатково, методи декомпозиції, зокрема правильна ортогональна декомпозиція (POD) чи динамічна модальна декомпозиція (DMD) [3], дають змогу будувати лінійні моделі з довшою прогностичною здатністю.

Окремий інтерес становлять методи, що не використовують вимірювання кутів ротора, а спираються на аналіз локусів напруги. Індекси типу VΔV дозволяють оцінити стійкість на основі змін напруги, що спрощує реалізацію в системах з обмеженою кількістю PMU.

Аналіз існуючих методів TSP демонструє, що жоден із підходів не є універсальним. Перспективними є гібридні системи, які поєднують швидкодію ML з аналітичною надійністю POD/DMD. Актуальним для Енергосистеми України є використання моделей, чутливих до змін топології та навантаження, а також впровадження методів без прив'язки до вимірювання кутів ротора.

Література:

1. L. Ji, J. Wu, Y. Zhou, L. Hao, Using trajectory clusters to define the most relevant features for transient stability prediction based on machine learning method,

Energies 9 (11) (2016).

2. N.G. Bretas, A.G. Phadke, Real time instability prediction through adaptive time series coefficients. 1999 Winter Meeting (Cat. No.99CH36233), IEEE Power

Engineering Society, New York, NY, USA, 1999, pp. 731–736, vol.1.

3. Q. Zhang, Y. Liu, S. Wang, The identification of coherent structures using proper orthogonal decomposition and dynamic mode decomposition, J. Fluids Structures 49 (2014) 53–72.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕПЛОВОЇ СТІЙКОСТІ ІНДУКЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ЧАСТОТНОГО ІМПУЛЬСНО-ПЕРІОДИЧНОГО СИЛЬНОСТРУМНОГО ЛІНІЙНОГО ІНДУКЦІЙНОГО ПРИСКОРЮВАЧА ЗАРЯДЖЕНИХ ЧАСТИНОК

Ложкін Р.С., Хоменко І.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Лінійні індукційні прискорювачі (ЛІП) заряджених частинок відносяться до класу прискорювачів, майже не обмежених по енергії і потужності пучка, і перспективні для багатьох технологічних напрямків, таких як: перероблення ядерних відходів з отриманням додаткової енергії (у «підкритичних зборках»); очищення до природної чистоти скидних комунальних стоків мегаполісів (електронно-променеве очищення води); радіаційна електронно-променева зшивка крупних полімерних виробів (труб, жил та оболонок кабелів); термоядерна енергетика на важких іонах тощо. Потрібна середня потужність пучка для промислового застосування може знаходитись в діапазоні від одиниць мегават до майже гігаватного рівня при потрібній енергії прискорених частинок в діапазоні від одиниць до сотень мегаелектронвольт. Це реалізується за допомогою забезпечення як змога більшої величини струму пучка в імпульсі та завдяки забезпеченню як змога більшої частоти посилок прискорювальних імпульсів.

Найбільша кількість енергетичних втрат в ЛІП припадає на індукційну систему (ІС). Оскільки прийнятним для ЛІП вважається ККД ІС на рівні 80…90% - в наслідок втрат на перемагнічування феромагнетику в ІС може губитися 10…20% від загальної кількості енергії, уведеної в секцію ЛІП через енергопроводи. Оскільки споживана середня потужність секції може знаходитись на мегаватному рівні – теплові втрати на перемагнічування в секції можуть сягати декількох сотень кіловат. Тому для забезпечення високої частоти посилок прискорювальних імпульсів потрібно вирішити проблему ефективного охолодження феромагнетику індукторів ІС, вага котрого може сягати в окремій секції до однієї тонни та більше, а температура має на перевищувати 100ºС.

Для охолодження прийнятним є застосування примусового ламінарного потоку охолодної трансформаторної оливи через щілинні канали між індукторами ІС. Для цього нами була розроблена чисельно-аналітична модель, що дозволяє визначити максимально припустиму частоту посилань прискорювальних імпульсів при заданих параметрах ІС, секціонованої як по осьовій довжині, так і по радіусу. Аналіз показав, що найбільш високу частоту посилок (до 500 Гц) можна отримати при застосуванні ІС технічно прийнятних розмірів, секціонованої по осьовій довжині; технічно досяжним є забезпечення середнього приросту потужності пучка на рівні 1 МВт при збільшенні його енергії на 1 МеВ. При цьому варто застосовувати автоматичний контроль та плавне регулювання швидкості руху охолоджуючої оливи за допомогою температурних датчиків.

ВИКОРИСТАННЯ АЦП З ІЗОЛЬОВАНОЮ АРХІТЕКТУРОЮ У ПРИСТРОЯХ ОБЛІКУ ТА КОНТРОЛЮ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

Мацугиря Д.С., Ольшевський А.В.,
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Традиційно лічильники електроенергії використовують трансформатори струму (ТС) для вимірювання фазних та нейтрального струмів. Однією з переваг ТС є властива їм гальванічна розв'язка між мережею та вимірювальними колами. ТС дозволяють досягти гарної лінійності та гнучкості для вимірювання широкого діапазону струмів шляхом регулювання коефіцієнтів повороту та навантажувальних резисторів. Однак вони мають і недоліки. По-перше, магнітний сердечник ТС може бути насичений зовнішніми магнітними полями постійного струму. По-друге, ТС також можуть бути насичені силовим електронним обладнанням, таким як інвертори з прямим підключенням для розподіленої сонячної генерації, які можуть виробляти постійні струми в лінії. Протидія цим двом ефектам за допомогою екранування та використання стійкого до постійного струму трансформатора струму значно збільшує вартість. По-третє, ТС вводять фазову затримку вимірювання, яка залежить від частоти лінійних струмів. Інші датчики струму, такі як котушки Роговського або датчики Холла використовуються рідше. Хоча вони можуть забезпечити переваги в деяких випадках, вони мають свої проблеми (таблиця 1). Датчики на ефекті Холла вимагають активної компенсації зсуву за температурою, мають гіршу точність і за своєю суттю чутливі до магнітних полів.

Таблиця 1 – Порівняльні характеристики датчиків струму

Параметр	Трансформатор струму	Резистивний шунт	Кільце Роговського	Датчик Холла
Вартість	Середня	Дуже низька	Низька	Середня
Динамічний диапазон	Низький	Дуже високий	Дуже високий	Високий
Чутливість до магнітного поля	Висока	Відсутня	Середня	Середня
Температурна похибка	Низька	Середня	Дуже низька	Низька
Лінійність	Низька	Висока	Низька	Висока
Технологічність	Низька	Висока	Низька	Середня

Використання резистивних шунтів в лічильниках набуло актуальності, завдяки впровадженню нової архітектури АЦП з вбудованою ізоляцією. Цю архітектуру у 2014 році фірма Analog Devices реалізувала у пристроях ADE7912/ADE 7913 ADE7933/ADE7932, які містять 24 розрядні Σ-Δ АЦП, з максимальною частотою дискретизації 8кГц та окремими каналами струму та напруги. У 2023 році з'явилось оновлене сімейство продуктів ADE9112/ADE9113 із покращеними характеристиками щодо шумів та інтерфейсу зв'язку.

ВИКОРИСТАННЯ ІНВЕРТОРІВ ДЛЯ РЕГУЛЮВАННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ У МІКРОМЕРЕЖАХ ПРИ РОЗПОДІЛЕНІЙ ГЕНЕРАЦІЇ

Мельников Г.І., Яковенко А.А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Розвиток розподіленої генерації та її активне впровадження в сучасних електроенергетичних системах призводить до виникнення цілого ряду проблем. Серед них найбільш гострими є балансування потужності в енергосистемі та підтримка задовільних показників якості в усіх ділянках енергосистеми.

Балансування в енергосистемі потужності генерації та навантажень при наявності великої кількості джерел енергії невеликої потужності, які до того ж нестабільні та залежать від погодних умов, дуже складна задача. Вирішення проблеми балансування потужності потребує розвитку та вдосконалення систем керування джерелами енергії та навантаженнями, а також, можливо, подальшим впровадженням засобів децентралізованого управління частотою.

Основна складність підтримки потрібної якості електроенергії полягає в тому, що при розподіленій генерації часто може відбуватися зміна значень та напрямків передачі потужності в окремих ділянках енергосистеми, що впливає, як на генерацію, так і на споживачів електроенергії. Таким чином, потрібна велика кількість засобів, що можуть впливати на якість електроенергії та організація їхньої скоординованої роботи.

Для вирішення проблем розподіленої генерації застосовується концепція мікромереж [1], яка передбачає поділення енергосистеми на максимально незалежні ділянки, що забезпечують собі балансування потужності, можливість автономної роботи, потрібні рівні якості електроенергії, надійність електропостачання, високий рівень автоматизації процесів.

Відновлювальні джерела та накопичувачі енергії є основою енергозабезпечення мікромереж. Застосування цих пристроїв дає можливість балансувати потужність в мережі. Більшість з них приєднується до мережі за допомогою мостових перетворювачів – інверторів, що здатні виконувати різні, корисні для електричної мережі функції. Наприклад, багато пристроїв, що застосовуються для покращення якості електроенергії, як пристрої FACTS (flexible alternating current transmission system, гнучкі системи передачі змінного струму), також побудовані на основі мостових перетворювачів.

Таким чином, багато питань, пов'язаних з підтримкою належної якості електроенергії в мікромережах може бути вирішено саме за допомогою обладнання, що використовується в розподіленій генерації. В роботі розглянуто, яким чином це можна зробити, та які вимоги слід формулювати для виробників подібного обладнання для досягнення відповідних цілей.

Література:

1. Bevrani H, Francois F, Ise T. Microgrid dynamics and control. New York, NY, USA: Wiley; 2017.

НОРМУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Омеляненко Г.В., Макаров А.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В Україні нормування показників якості електричної енергії визначені державним стандартом ДСТУ EN 50160:2023 [1]. Але, одночасно з ДСТУ EN 50160:2023 в Україні діє і ГОСТ13109-97 [2], який не втратив чинності, що обумовлює існування в Україні двух стандартів.

Розглянемо і визначимо основні відмінності між показниками якості електричної енергії, а саме відхиленнями напруги і частоти, які встановлені в ДСТУ EN 50160:2023 [1] та ГОСТі-13109-97 [2]:

1. Відхилення напруги. Державний стандарт ДСТУ EN 50160:2023 [1] визначає відхилення напруги межах ±10 % від U_n., а у особливо віддалених від джерела живлення споживачів електричної енергії зміни напруги не мають перевищувати значення від -15 % до +10 % від U_n.. Слід звернути увагу, що цей стандарт не передбачає використання термінів «допустимого» та «граничного» значення відхилення напруги, в той час, як ГОСТ 13109-97 [2] визначає допустиме відхилення напруги ±5 % від U_n та гранично допустиме відхилення напруги ±10 % від U_n. без прив'язки до віддаленості споживачів від джерела живлення.

2. Відхилення частоти. ДСТУ EN 50160:2023 [1] розрізняє відхилення частоти для електричних мереж (ЕМ) двох типів: для ЕМ синхронно підключених до об'єднаної енергосистеми – 50 Гц +4 %/-6 %; для ЕМ без синхронного підключення до об'єднаної енергосистеми – 50 Гц ±15 %. А у ГОСТ 13109-97 [2] допустиме відхилення частоти становить ±0,2 Гц, а гранично допустиме ±0,4 Гц без градації підключення ЕМ до об'єднаної енергосистеми.

Спираючись на вищенаведене слідує, що для уникнення розбіжностей у визначенні показників якості електричної енергії в Україні має сенс здійснений комплекс додаткових заходів для приведення нормативної бази до стандартів Європейського Союзу.

Література:

1 ДСТУ EN 50160:2023 Характеристики напруги електропостачання в електричних мережах загальної призначеності (EN 50160:2022, IDT)): [Чинний з 8.12.2023]. – К.:ДП «УкрНДНЦ», 2023 р. [Електронний ресурс]. (англ. мова)– Режим доступу: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=106226

2. ГОСТ 13109-97 Електрична енергія. Стандарти якості електроенергії в загальних системах живлення. [Вступ 01.01.2000]. -К.: Видавництво стандартів, 1998; Державний стандарт України, з доп. і попр., 1999. - 31 с. (рос. мова). Режим доступу: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=25837

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ СУХИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ УКРАЇНИ

Омеляненко Г.В., Петренко В.С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

З розвитком енергетичної галузі до обладнання пред'являються підвищені вимоги в різних аспектах. Силові трансформатори є одними з найважливіших елементів електричних мереж та електроустановок. Раніше в електромережах використовувалися виключно масляні силові трансформатори. Останніми роками технології виробництва сухих трансформаторів значно зросли [1]. Так, ще кілька років тому загальною проблемою даного обладнання було обмеження максимальної потужності, зумовлене умовами охолодження. Вважалося, що гранична потужність сухих трансформаторів становить 15 МВА. В даний час можливе виготовлення трансформаторів на 63 МВА та напругою до 72,5 кВ.

Сухі трансформатори зазвичай використовуються в середовищах, де використання маслонаповнених трансформаторів не є практичним або безпечним, наприклад у будівлях, тунелях та інших замкнутих просторах. Їм також віддають перевагу в середовищах з високим ризиком пожежі через їхню здатність до самозагасання у разі пожежі. Сухі силові трансформатори проти масляних трансформаторів мають низку переваг:

- надійність: високий рівень надійності, досягнутий завдяки технологічному прогресу. Можливість роботи з перезавантаженням. Відсутність часткових розрядів. Висока стійкість до змінної та ударної напруги.
- економічність: можливість оптимізації електромереж. Простота переналаштування у разі змін умов експлуатації.
- ефективність: низькі втрати потужності і малі струми холостого ходу. Це дозволяє скоротити енергетичні втрати під час передачі електроенергії великі відстані.
- екологічність: відсутність у разі пожежі викиду токсичних газів. Важкозаймистість, винятково високий рівень пожежної безпеки.

До того ж масляні трансформатори, на відміну від сухих трансформаторів, вимагають постійного технічного обслуговування, що веде до додаткових експлуатаційних витрат.

Література:

1 Трансформатори сухі. https://www.sea.com.ua/ua/oborudovanie-dlya-energetiki/transformatory-suhie-silovye/

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ЕКСПЕРТНИХ ТА ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНИХ СИСТЕМ

Піротті О.Є.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Широке використання експертних систем (ЕС) та систем штучного інтелекту (ШІ) в різних сферах діяльності людства в останні роки є стійкою та наростаючою тенденцією. З точки зору електроенергетики найбільший інтерес становить використання таких систем для вирішення завдань управління, особливо в умовах невизначеності та зашумленості інформаційних потоків, задач оптимізації, задач прогнозування, тощо. Ще одним важливим напрямом використання ЕС у енергетиці є діагностика стану обладнання електричних мереж та систем [1-3]. У той же час поряд з ЕС, для вирішення задач діагностики, активно розробляються, впроваджуються та експлуатуються інформаційно-аналітичні системи (ІАС) [3-5]. Відмінність ЕС від ІАС полягає в тому, що в них використовується символьне представлення та символьний вивод, а також евристичний пошук рішення. У той же час в ІАС діагностичний висновок формується за результатами виконання закладеного алгоритму. Тобто. ІАС розробляються так, щоб щоразу генерувати правильний діагноз, тоді як ЕС розробляються так, щоб вони поводились як експерти. Враховуючи більш високу вартість розробки ЕС, найбільш оптимальною сферою їх застосування, бачиться вирішення «пошукових задач», для розв'язання яких відсутні методи та алгоритми, або відомі методи та алгоритми дають помилкові рішення. У той же час для вирішення традиційних задач найбільш оптимальним є використання ІАС.

Література:

1. S. D. Kaminaris, A. X. Moronis, N. I. Kolliopoulos and A. P. Sakarellos, "PTME – a new expert system application for Power Transformer Troubleshooting and Maintenance", *Proceedings of the 6th WSEAS Int. Conf. on Artificial Intelligence, Knowledge Engineering and Data Bases*, Corfu Island, Greece, February 16-19, pp. 52–57, 2007.

2. A. M. Carneiro et al., "SIDAT - integrated system for automatic diagnostic on power transformers," 2012 10th IEEE/IAS International Conference on Industry Applications, Fortaleza, 2012, pp. 1-6.

3. Шутенко О. В., Баклай Д. Н. Анализ функциональных возможностей экспертных систем, используемых для диагностики состояния высоковольтного маслонаполненного оборудования. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Енергетика: надійність та енергоефективність*. 2011. № 3. С. 179–193.

4. Шутенко О. В., Баклай Д. Н. Информационно-аналитическая система для диагностики состояния высоковольтного электроэнергетического оборудования. *Енергетика та електрифікація*. 2011. № 8. С. 32–41.

5. Shutenko O., Kulyk O., Ponomarenko S. Informational and analytical system for diagnostics of the electric power equipment condition. *2020 IEEE 7th International Conference on Energy Smart Systems (ESS)*, Kyiv, Ukraine, 12–14 May 2020. P. 105–110.

УРАХУВАННЯ ДІАГНОСТИЧНОЇ ЦІННОСТІ ПОКАЗНИКІВ ТРАНСФОРМАТОРНИХ МАСЕЛ ПІД ЧАС СИНТЕЗУ МОДЕЛЕЙ МНОЖИННОЇ РЕГРЕСІЇ

Пономаренко С.Г.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Моделі множинної регресії, в яких тривалість експлуатації є функцією показників масел, є ефективним інструментом, який дає змогу діагностувати стан трансформаторних масел на ранній стадії, за комплексом діагностичних ознак [1]. Як міру згоди під час синтезу таких моделей використовують модифікацію коефіцієнта детермінації R^2, що враховує, з одного боку, кількість заданих для прогнозу контрольних значень часу, а з іншого - кількість регресорів, що використовуються в моделі [2]. Модель вважається навченою після досягнення глобального максимуму міри згоди. Виконані дослідження показали, що кількість регресорів, які забезпечують максимум міри згоди, істотно залежить від порядку постановки регресорів у модель. У теорії технічної діагностики [3], наприклад в алгоритмі Сіднева, послідовність використання показників (перевірок) виконують у міру зниження їхньої діагностичної цінності. Одним із можливих способів оцінювання діагностичної цінності показників є оцінка взаємозв'язку між ними та тривалістю експлуатації [4]. У процесі досліджень встановлено, що оптимальною є підстановка показників у регресійну модель у міру зниження значення зворотного кореляційного відношення (тривалість експлуатації від показника масла) [5], що забезпечує глобальний максимум міри згоди.

Література:

1. O. Shutenko and S. Ponomarenko. Diagnostics of transformer oils using the multiple linear regression model, in 2020 IEEE Problems of Automated Electrodrive. Theory and Practice (PAEP), Kremenchuk, Ukraine, Sep. 21–25, 2020, pp. 1–6,

2. Бондаренко В.Е., Щапов П.Ф., Шутенко О.В. Повышение эффективности эксплуатационного измерительного контроля трансформаторных масел. Монография. – Харьков.: НТУ «ХПИ», 2007. – 452 с.

3. Бондаренко В.Е. Математические основы технической диагностики объектов электрических сетей: учеб. пособ. в двух частях, часть 1 / В.Е. Бондаренко, О.В. Шутенко, Д.Н. Баклай.– Х.: НТУ «ХПИ», 2017. − 266 с.

4. Шутенко О.В. Оценка информативности показателей качества трансформаторного масла при эксплуатационном контроле технического состояния изоляции высоковольтных трансформаторов. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Електроенергетика і перетворююча техніка*. 2004. №7. – С. 88–98.

5. Shutenko O., Ponomarenko S. Stochastic correlation analysis of the transformer oil indicators in 330 kV autotransformers. 2022 IEEE 3rd KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek), Kharkiv, Ukraine, 3–7 October 2022. P. 1–6. DOI:

ВИКОРИСТАННЯ ВІТРОВИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ В ЯКОСТІ МАНЕВРЕНИХ ПОТУЖНОСТЕЙ

Попенко К.П., Загайнова О.А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Введення потужностей маневреної генерації є необхідним чинником для забезпечення стабільної та стійкої роботи Об'єднаної енергетичної системи (ОЕС) України під час впровадження об'єктів відновлюваної енергетики (ВДЕ), які потребують балансування особливо під час втрати їх великої частини в результаті атак під час війни.

Національним планом дій [1] передбачено будівництво подібної генерації на основі газотурбінних установок або газопоршневих двигунів та розвиток і будівництво установок зберігання енергії.

Закордоном для стабілізації мережі використовуються наявні вітрові електростанції [2] або турбіни нового третього типу [3].

Енергетичний концерн E.ON в Німеччині використовує вітроенергетичні потужності для балансування попиту та пропозиції електроенергії у мережі.

Вироблена вітряною фермою електроенергія включається до системи «Віртуальної електростанції E.ON». У рамках якої енергія, що надходить із різних джерел сумарною потужністю 3,8 Гігават «міксується». Цим забезпечується достатній резерв потужності, який енергосистема може використовувати у той чи інший бік [2].

General Electric і Національна лабораторія відновлюваної енергії в США проводили дослідження в результаті якого за допомогою звичайного різновиду турбін та накопичувачів було досягнуто базової стабільності напруги і частоти, що можливі на традиційних електростанціях[3].

Якщо організаційні та технічні засоби будуть дозволяти стабілізувати мережу у відповідь на миттєві електричні відхилення це забезпечить необхідну гнучкість та стійкість, що є важливим у роботи енергосистеми.

Водночас зазначені засоби потребують моделювання, та практичної перевірки можливості застосування в ОЕС України.

Література:

1. Розпорядження КМУ від 13 серпня 2024 р. № 761-р. «Про затвердження національного плану дій з відновлюваної енергетики на період до 2030 року та плану заходів з його виконання». Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/761-2024-%D1%80#Text

2. E.ON: стабілізація мережі за допомогою вітрових електростанцій Режим доступу: https://renen.ru/e-on-stabilizing-the-grid-using-wind-farms/

3. «Wind Turbines Can Stabilize the Grid» Режим доступу: https://www.energy.gov/eere/wind/articles/wind-turbines-can-stabilize-grid

КОМПЛЕКС ВИМОГ ТА КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ ГІБРИДНИХ КАБЕЛІВ БОРТОВИХ СИСТЕМ

Пушкар І.А.
Науково-виробниче підприємство «АЛАЙ», м. Київ

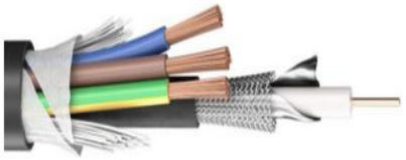
Комерційна та військова промисловість все більше покладаються на бортові системи з одночасною передачею живлення, сигналів управління, даних, зв'язку у режимі реального часу. Основні операції бортових систем, вбудованих у різноманітні пристрої та прилади, виявлення та контроль систем, також збір даних і керування є ключовими для безпеки. Сучасні бортові системи з глибокими змінами в електричній архітектурі, інтерфейсі електроніки і новими активними компонентами базуються на кабельних системах. Відповідно кабельні системи повинні відповідати довгому списку вимог, пов'язаних, зокрема, з функціональною продуктивністю, розмірами, вагою, захистом від електромагнітної сумісності, електростатичного розряду, впливом теплового та радіаційного середовища, механічним навантаженням.

Підвищення складності бортових мереж і тенденція до мініатюризації вимагають нових конструктивних рішень у кабельних системах для передавання різних видів сигналів від живлення до даних.

Передача живлення та даних можлива завдяки одного кабелю, наприклад одиночної неекранованої або екранованої витої пари з підтримкою технології Power over Ethernet (PoE). В той же час такі кабелі не використовуються в програмах, де живлення та дані повинні бути доставлені одночасно (камери спостереження або бездротові точки доступу, наприклад). У такому випадку виникає необхідність у застосуванні гібридних кабелів. Гібридні кабелі ідеально підходять для застосувань, де стандартні готові кабелі не підходять, оскільки програми бортових систем націлені на виконання різноманітних функцій з високою продуктивністю, які стандартні кабелі не в змозі виконати. Так, завдяки поєднанню кількох жил силового кабелю з коаксіальним кабелем (рис.1,*а*) або силового кабелю з оптичним (рис.1,*б*) в одній захисній оболонці можна значно зменшити загальні вимоги до простору, а також підвищити ефективність інсталяції завдяки єдиній міцній конструкції. Виробництво цих нових систем вимагає високоавтоматизованих і гнучких виробничих технологій для задоволення вимогам мініатюризації. Концепція кіберфізичних систем – поєднання фізичної техніки та цифрових технологій, таких як промисловий Інтернет речей, забезпечують оснащення технологічних процесів датчиками з можливістю передачі комплексу параметрів у цифровому форматі в режимі реального часу на центральну хмарну платформу для створення цифрового двійника усього виробничого процесу.



а



б

Рис. 1

АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВ РОЗВИТКУ ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ ТА ВИКЛИКІВ БАЛАНСУВАННЯ В ЕНЕРГОСИСТЕМІ УКРАЇНИ

Рижков В. О., Лазуренко О.П., Шокарьов Д.А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Згідно з прогнозом Міжнародного енергетичного агентства (МЕА) [1], до 2040 року приблизно 60% нових електрогенеруючих потужностей у світі функціонуватимуть на основі відновлюваних джерел енергії (ВДЕ), при цьому переважна більшість із них досягне рівня економічної конкурентоспроможності. Очікується, що відновлювана енергетика стане домінантним джерелом електрогенерації на чотирьох найбільших енергетичних ринках – у Китаї, США, Європейському Союзі та Індії. Згідно з прогнозами, у Європі ця трансформація відбудеться орієнтовно до 2030 року, тоді як у решті зазначених регіонів – до 2035 року.

Зростання частки ВДЕ в структурі генерації обумовлює появу нових викликів в управлінні енергосистемами. Зокрема, нерегулярний характер виробництва електроенергії з відновлюваних джерел зумовлює потребу у підвищенні гнучкості традиційної генерації та розширенні резервних потужностей з метою забезпечення надійності енергопостачання.

У період з кінця 2018 року до другого кварталу 2021 року встановлені потужності ВЕС в Україні зросли на 18%, тоді як СЕС - на 78%. За даними НКРЕКП станом на 1 січня 2022 року сумарна встановлена потужність об'єктів ВДЕ в Україні досягла майже 9700 МВт, включаючи приватні СЕС [2].

Із розширенням генерації на основі негарантованої потужності (ЕНП) актуалізується проблема забезпечення адекватних резервів потужності. Інтеграція Об'єднаної енергосистеми (ОЕС) України до європейського енергетичного простору дозволяє суттєво знизити ризики системних порушень. Водночас, ураховуючи те, що інтенсивне зростання ЕНП в Україні розпочалося лише з осені 2017 року, енергосистема поки що зберігає здатність до ефективного функціонування із наявними обсягами резервів.

Однак, за відсутності повноцінного механізму балансування генерації з ВДЕ в умовах ізольованого режиму роботи ОЕС України, її повноцінне приєднання до континентальної енергосистеми ENTSO-E залишається проблематичним.

Одним з ключових напрямів подолання зазначених викликів є широкомасштабне впровадження систем накопичення енергії та інтеграція високоефективних технологій балансування ВДЕ в загальнодержавну енергетичну стратегію.

Література:

1. International Energy Agency: IEA Режим доступу: https://www.iea.org/

2. Звіт з оцінки відповідності (достатності) генеруючих потужностей для покриття прогнозованого попиту на електроенергію та забезпечення необхідного резерву у 2021 році / НКРЕКП 2021 р.

ФОРМУВАННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ З ЦИФРОВИХ СИСТЕМ РЕЛЕЙНОГО ЗАХИСТУ ТА АВТОМАТИКИ

Рудевіч Н.В., Гапон Д.А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

До недавнього часу вся система професійної підготовки майбутніх фахівців з релейного захисту та автоматики була розроблена на підставі технічних особливостей аналогових та електромеханічних пристроїв у площині знаннєвої освітньої парадигми. Широке застосування цифрової техніки в енергетиці дозволило створювати такі системи релейного захисту та автоматики, які являють собою комбіновані пристрої, що об'єднують різні функції захисту, автоматики, контролю, місцевого та дистанційного керування тощо.

Принципи функціонування, які реалізуються в мікропроцесорних релейних терміналах, суттєвим чином відрізняються від тих, що застосовуються в електромеханічних та аналогових релейних захистах через значні відмінності в технічній побудові та методах обробки даних. У зв'язку з цим актуальною постала проблема підготовки фахівців для експлуатації мікропроцесорних систем релейного захисту та автоматики, що можуть мати складні ієрархічні структури.

Інструментом формування компетентностей під час навчального процесу виступають методи навчання. Отже, актуальним питанням є розробка методів навчання з урахуванням специфіки професійної діяльності.

Передумовою розроблення адекватної моделі методу навчання експлуатації цифрових пристроїв релейного захисту та автоматики, в першу чергу, є проведення аналізу експлуатаційних видів робіт інженерів з релейного захисту й автоматики.

Визначено, що основним видом роботи є перевірка технічного стану системи релейного захисту та автоматики, що передбачає встановлення причинно-наслідкових зв'язків між призначенням, побудовою, принципом дії та параметрами. З урахуванням цього побудовано алгоритм технічної перевірки цифрового пристрою релейного захисту та автоматики, що відображає послідовність дії у разі низхідної перевірки, як найбільш розповсюдженої. Виявлено, що умовно процес технічної перевірки мікропроцесорної системи релейного захисту та автоматики можна розділити на три етапи, а саме розроблення завдання на технічну перевірку, проведення технічного діагностування та визначення параметрів функціонування терміналу.

З огляду на це задля забезпечення продуктивно-синтетичного рівня сформованості знань та умінь у майбутніх інженерів з релейного захисту та автоматики електричних систем метод формування експлуатаційної компетентності повинен бути побудований на основі встановлення причинно-наслідкових зв'язків між різними підсистемами знань, які складають основу розв'язання завдань на цих трьох етапах. На підставі побудованої узагальненої моделі методу навчання можливо розробити методики навчання експлуатації конкретних мікропроцесорних систем релейного захисту та автоматики.

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ БУДИНКИ ЯК ОСЕРЕДКИ СИСТЕМ МІКРОГРІД

Савченко Н.П. [1], Довгалюк О.М.[2]

[1]***Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», м. Харків***

[2]***Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків***

Побудова електроенергетичних систем за ієрархічним принципом на сьогодення потребує часткового або повного переходу до систем електропостачання (СЕП) з розосередженою генерацією (РГ). Цьому сприяє ряд факторів, з яких позитивними є бурхливий розвиток інформаційних систем та мережевих технологій з інтелектуалізацією керування процесів генерації, розподілення та споживання електроенергії, що сприяло значному прогресу у вирішенні проблеми якісного та надійного енергопостачання та досягнення енергоефективності споживання як побутових, так і промислових об'єктів. До негативних факторів для України слід віднести постійне руйнування об'єктів енергетичної галузі внаслідок воєнних дій, а також велику зношеність і відсутність системної модернізації обладнання енергосистеми.

Такий шлях у розвитку енергосистеми фактично формує новий клас СЕП, так званих Мікрогрід систем, що являють собою автоматизовані системи, які здійснюють власну генерацію, моніторинг та розподіл потоків електричної енергії з урахуванням вимог споживача для досягнення максимальної ефективності енергоспоживання. Важливою складовою Мікрогрід систем є енергоефективні будинки, основною концепцію побудови яких є застосування гібридних енергокомплексів з відновлюваними джерелами енергії, що виробляють електричну і теплову енергію з метою повного покриття навантаження об'єкту [1]. При цьому потужність генерації енергокомплексу повинна значно перевищувати потужності споживання, що дозволить енергоефективному будинку відігравати роль джерела РГ та бути окремим осередком мережі Мікрогрід. Перевагою таких СЕП є наявність накопичувачів енергії безпосередньо в енергокомплексах енергоефективних будинків та можливість за потреби використання мобільних електростанцій [2] для підвищення потужності джерел РГ.

Отже, об'єднання технологій інтелектуальної мережі і енергокомплексу енергоефективного будинку стане початком побудови нового класу СЕП, які можуть функціонувати повністю автономно на визначеній території.

Література:

1. Савченко Н.П. Оптимізація комплексних гібридних систем енергопостачання з метою забезпечення принципів «активного» будинку. Збірник наукових праць VI Міжнародної науково-технічної конференції «Енергоефективність та енергетична безпека електроенергетичних систем (EEES-2022)», Харків: «Друкарня Мадрид», 2022, с. 71-72.

2. Савченко Н.П., Трет'як А.В., Довгалюк О.М. Перспективи застосування мобільних електростанцій як джерел розосередженої генерації у локальних електричних мережах / Системи управління, навігації та зв'язку, 2023, № 4(74), с. 63-66.

ПРОБЛЕМИ МОНІТОРИНГУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ МЕРЕЖІ СИСТЕМАМИ ГЛОБАЛЬНОГО ВИМІРЮВАННЯ

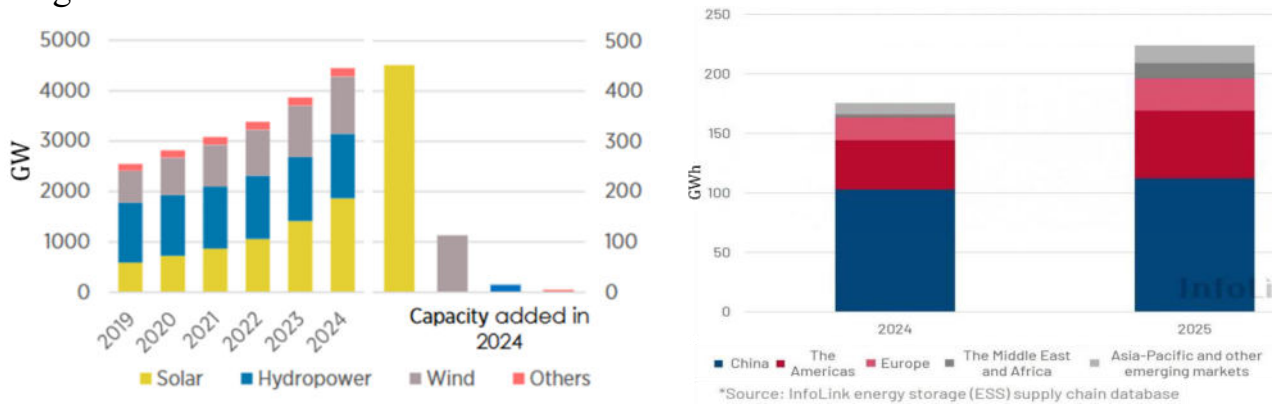
Светелік О.О., Солодовник А.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Моніторинг енергетичної системи є основною функцією програмного комплексу з моніторингу перехідних процесів в енергосистемі (Wide Area Monitoring System, або WAMS). Географічне розосередження вимірювального обладнання і високу частоту дискретизації даних, зокрема так званих синхрофазорів, дані WAMS показують стан енергосистеми набагато краще, ніж звичайні методи на основі SCADA. Для порівняння – типовий час оновленя даних у системі на основі SCADA складає 4 секунди, у той час як у системах WAMS частота надсилання синхронізованих даних складає від 20 Гц. Збільшення числа вимірювальних одиниць також значно покращує візуалізацію режимів роботи енергосистеми. В той же час, регулярна перевірка всіх потоків інформації для визначення аномалії в даних вручну стає надто складним завданням, що може призвести до помилок або повної непрацездатності системи. Так, один концентратор векторних даних, який збирає дані від, наприклад, 100 вимірювальних одиниць з частотою дискретизації 20 вимірювань на секунду, створює близько 50 ГБ даних протягом тільки однієї доби. Далі такий значний обсяг даних має бути ретельно проаналізований і якісно представлений системним операторам, щоб вони могли зрозуміти поточний стан системи. Ці дані необхідно просканувати, щоб виявити аномальні події в різних місцях у великій енергосистемі та дозволити операторам прийняти відповідні рішення для ініціювання контрольних дій. Таким чином, для виявлення аномалій в даних синхрофазора необхідна ефективна система визначення подій, тобто аналізу потоків даних з метою виявлення наборів точок даних, які не збігаються з навколишніми або нормальними значеннями. Будь-які нерегулярні візерунки або сигнатури, залишені в сигналі енергосистеми, визначають тип події. Якщо під час виявлення події буде виявлено будь-яку структуру порушення, тоді оператор може ініціювати відповідну запобіжну дію керування. Слід зазначити, що виявлення подій є невід'ємною частиною ширшого процесу аналізу подій. Процес аналізу подій включає такі аспекти, як аналіз першопричини, категоризація збурень, тривалість збурень, дії, які необхідно вжити, уроки, які потрібно вивчити, тощо. На даний час численні алгоритми виявлення подій описані у наукових працях. Використовуються алгоритми побудовані на S-перетворенні, перетворенні Вейвлета, використанні нейронних мереж та інші. Тим не менш, ефективної системи, яку б можна було вважати ефективної досі не створено. Найбільш перспективними вважаються підходи, що використовують нейронні мережі, але досі не вирішені питання навчання таких систем.

ELECTRIC VEHICLE (EV) BATTERY APPLICATION FOR SOLAR AND WIND ENERGY STORAGE

Senishyn D.G., Lysenko L.I.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

At the end of 2024, global renewable power capacity reached 4448 GW, solar and wind energy dominating with the share of 96.6% [1]. Being weather-dependent and, hence, unstable power sources, they require storage systems to provide smooth power submission to electric grids. Rapid growth of installed solar and wind energy capacity (fig. 1*a*) pushes up the demand for larger energy storage volumes. In 2024, the global energy storage market accounted for 175.4 GWh [2] with expectations to reach 221 GWh of capacity (Fig. 1.*b*), the most-widely applied energy storage technology being storage batteries.



a *b*

Fig. 1 – Renewable power and energy storage dynamics: *a* – Renewable power capacity growth; *b* – Installed capacity of global energy storage market

A potential source of battery assemblies for renewable energy storage may come from electric vehicles (EVs), the market of which exceeded 17.1 mln units in 2024, with their batteries storing up to 75 % of maximum capacity at the end of their life in the vehicle. There are opposite views on possibility of used EV batteries repurposing for reuse in power grids due to opposite main functions of solar and wind energy batteries designed for deep long discharge and those of EV batteries with their shallow sharp discharge and much fewer cycles. However, extensive studies of the topic have been conducted in the leading EV battery manufacturing countries as the global EV battery market is expanding with the demand growth to 1 TWh and the average price of an EV battery pack dropped below USD 100 per kWh in 2024 [1], while EV battery recycling capacities are still low and the process is costly.

References:

1. Renewable Capacity Highlights 2025 [Electronic resource]. – Access code: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2025/Mar/IRENA_DAT_RE_Capacity_Highlights_2025.pdf]

2. InfoLink: 222 GWh more energy storage worldwide in 2025 [Electronic resource]. – Access code: https://www.ess-news.com/2025/02/25/infolink-222-gwh-more-energy-storage-worldwide-in-2025/]

РОЗРОБКА АЛГОРИТМІВ КЕРУВАННЯ СУЧАСНИХ ІНВЕРТОРІВ АБО ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ СИСТЕМ НАКОПИЧЕННЯ ТА ЇХ ВПЛИВ НА РОБОТУ ЕНЕРГОСИСТЕМИ

Скрипник Р.Я., Шевченко С.Ю.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В Україні суттєво зростає кількість відновлювальних джерел енергії (ВДЕ), що в загальному обсягу потужності може в перспективі скласти до 50% від всього обсягу наявної гарантованої генерацією та, як наслідок приведе до питання щодо забезпечення необхідної надійної та стійкої роботи енергооб'єктів і мереж ОЕС України. Математичного моделювання алгоритмів роботи віртуальної синхронної машини, в яку моделюють за допомоги різних програмних комплексів технологію конверторних систем, закладать моделі інерції синхронних генераторів, регуляторів, як систем збудження, так і систем регулювання ротору та інші технічні характеристики синхронних електричних машин. Зазначена технологія дозволить попереджувати або усувати з мінімальними наслідками технологічні порушення в мережах з сонячними, вітровими станціями та установками зберігання енергії, які не можуть відновити свій нормальний режим роботи у мережах з мінімальними значеннями надійності, враховуючи технологічні обмеження цих джерел енергії [1]. Враховуючи закладену у структуру роботи інверторів швидкодію, моделювання [віртуальної] інерція та реагування на струм короткого замикання, видаванням від інверторів під час пошкоджень значно підвищують стійкість за напругою. Математичне моделювання включає моделі алгоритмів та програм DPL, DSS та C# (.Net) компанії Microsoft з можливим використанням інструментів та бібліотек, з інтеграцією до хмарного сервісу Azure, для збереження результатів розрахунків [2].

На цей час за цим напрямком визначено з вузлом моделювання частини енергосистеми Північного РДЦ НЕК «Укренерго» та почалися роботи в програмному комплексі PowerFactory щодо складання та внесення до цього комплексу моделей регуляторів турбін та систем збудження синхронних генераторів, моделей системоутворюючих мереж 110-150-330кВ,технічних характеристики запроектованих двох установок зберігання енергії встановленою потужністю 90МВт та 50МВт.

Література:

1. Коваль А.В. Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів: Навч. посібник – Житомир: ЖДТУ, 2018

2. https://library.e.abb.com/public/c.Презентація конверторних систем та опис проекта ESCRI Dalrymple BESS формуючу мережу

ІНТЕГРАЦІЯ РОЗПОДІЛЕНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ В ІСНУЮЧІ ЕЛЕКТРИЧНІ МЕРЕЖІ

Смірнов Д.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Розподілена генерація (РГ) є важливим елементом сучасних енергетичних систем, що сприяє підвищенню надійності та стійкості електричних мереж. Розподілена генерація (РГ) включає використання відновлюваних джерел енергії, таких як сонячні панелі та вітрові турбіни, для виробництва електроенергії поблизу місця її споживання. Це дозволяє зменшити втрати при передачі електроенергії та підвищити енергетичну незалежність. Переваги РГ:

- Зменшення втрат при передачі електроенергії: Генерація поблизу місця споживання зменшує втрати енергії під час транспортування.
- Енергетична незалежність: Зменшення залежності від викопного палива та підвищення енергетичної безпеки.
- Екологічність: Використання відновлюваних джерел енергії сприяє зниженню шкідливих викидів у атмосферу.

Виклики інтеграції РГ:

- Технічні проблеми: Складність управління та прогнозування виробітки електроенергії з альтернативних джерел.
- Нормативно-правові аспекти: Необхідність адаптації законодавства для підтримки РГ та забезпечення недискримінаційного доступу до електричних мереж.

Висновки. РГ є важливим кроком до децентралізації та демонополізації енергетичних ринків. Необхідність комплексного підходу до інтеграції РГ в існуючі електричні мережі для забезпечення стабільної та надійної роботи енергосистеми.

Література:

1. Чернюк А.М., Кирисов І.Г., Черевик Ю.О. Аналіз перспектив розвитку систем розподіленої генерації електроенергії в Україні. // Вісник Національного технічного університету "ХПІ". – Харків, 2021. – № 3. – С. 36-45.
2. Давиденко Л.В., Давиденко В.А. Аспекти інтеграції в електричну мережу розосередженої генерації на основі відновлювальних джерел енергії: огляд проблем та завдань для сталого розвитку енергосистеми. // Вісник Луцького національного технічного університету. – Луцьк, 2024. – № 1. – С. 22-29.

РЕЖИМИ РОБОТИ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

Стріляний І.Ю.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Дослідження режимів роботи сонячних електростанцій (СЕС) є актуальною задачею для енергетики, оскільки активне впровадження та збільшення потужності таких джерел енергії є характерним для більшості енергосистем, а їх вплив на режими електричних мереж і систем стає вагомим [1].

Режими роботи сонячних електростанцій (СЕС), можна поділити на 3 види: автономний, мережевий та гібридний. При дослідженні особливостей роботи СЕС варто приділити увагу впливу погодних умов, якості компонентів системи та вибору інвертора на стабільність та ефективність генерації електроенергії.

Мережеві СЕС, які підключаються до загальної енергосистеми, зазвичай працюють із максимальним ККД за умов дотримання параметрів напруги та частоти в мережі. Водночас автономні установки потребують надійної системи зберігання енергії, оскільки залежать від рівня сонячної інсоляції, що є не постійним явищем протягом доби. Гібридні системи поєднують переваги обох режимів і здатні адаптуватися до різних умов навантаження та генерації, але потребують значних інвестицій на етапі спорудження.

Встановлено, що ефективне управління режимами роботи СЕС можливе завдяки впровадженню систем прогнозування та контролю, що базуються на штучному інтелекті, зокрема нейронних мережах [2]. Дослідження показують, що оптимізація роботи СЕС з використанням таких технологій може підвищити загальний ККД системи на 10–15%.

Також було проаналізовано досвід експлуатації СЕС у країнах з різними кліматичними умовами, результати якого показали необхідність застосування різноманітних заходів для забезпечення належних умов функціонування енергосистем з СЕС. Зокрема, у звіті Міжнародного енергетичного агентства зазначається, що гібридні системи в країнах Південної Європи демонструють найкращі показники енергоефективності та стабільності електропостачання [3].

Отже, коректно обґрунтований вибір режиму роботи СЕС залежить від цільового призначення, місця встановлення та доступності додаткових енергетичних джерел. Подальші дослідження доцільно спрямувати на вдосконалення методів адаптивного керування СЕС у реальному часі.

Література:

1. Довгалюк О.М., Стріляний І.Ю. Аналіз впливу сонячних електростанцій на режими роботи електроенергетичних систем. Матеріали IV Міжнародної науково-технічної конференції «Енергоефективність та енергетична безпека електроенергетичних систем (EEES-2020)», Харків: «Друкарня Мадрид», 2020, с. 84-86.

2. Kurukuru V. S. B., Haque A., Khan M. A., Sahoo S., Malik A., Blaabjerg F. A Review on Artificial Intelligence Applications for Grid-Connected Solar Photovoltaic Systems. Energies, 2021, vol. 14(15), p. 4690, doi: 10.3390/en14154690.

3. International Energy Agency (IEA). Trends in Photovoltaic Applications 2023. Available: https://iea-pvps.org/wp-content/uploads/2023/10/PVPS_Trends_Report_2023_WEB.pdf

ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ ЕНЕРГЕТИКИ: МОДЕРНІЗАЦІЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ПІДСТАНЦІЙ

Федосеєнко О.М., Ян Гуйчуань.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Інтелектуальні підстанції середньої напруги є ключовими для підвищення ефективності та надійності сучасних енергетичних систем і розвитку смарт-мереж. У проекті пропонується концепція будівництва, що інтегрує передові технології комунікацій, автоматизації та штучного інтелекту для забезпечення моніторингу обладнання в реальному часі, інтелектуальної діагностики несправностей та оптимального розподілу ресурсів. Згідно з дослідженням Інституту досліджень електроенергетики (EPRI), системи моніторингу в реальному часі здатні виявляти несправності за мілісекунди – значно швидше, ніж традиційні методи, які потребують хвилин або навіть годин. Для існуючих підстанцій запропонована модульна і поетапна стратегія модернізації, яка дозволяє мінімізувати витрати та операційні перерви, одночасно максимізуючи переваги. Аналізуються економічні переваги інтелектуальних підстанцій, включаючи підвищення конкурентоспроможності енергетичних підприємств та оптимізацію енергоспоживання через оцінку витрат і вигод, а також розрахунки періоду окупності.

Ключовою перевагою інтелектуальних підстанцій є підвищення операційної ефективності. Системи виявлення несправностей на основі штучного інтелекту можуть скоротити тривалість аварій до 60%, забезпечуючи швидше відновлення та покращену надійність електропостачання. Модернізація існуючих підстанцій за модульним і поетапним підходом також має економічне обґрунтування. Такий підхід зменшує операційні збої та дозволяє розподілити витрати в часі. Трьохетапна стратегія оновлення дає змогу знизити загальні витрати на модернізацію на 25%, а термін окупності становить менше чотирьох років завдяки економії на обслуговуванні та зменшенню простоїв.

Інтелектуальні підстанції також сприяють оптимізації енергоспоживання. Завдяки аналізу даних та ефективному розподілу ресурсів вдається знизити втрати енергії та покращити балансування навантаження. Проект зафіксував зменшення втрат енергії на 15% після впровадження модернізації. Проект реалізації інтелектуальної підстанції демонструє підвищення надійності на 30% та поліпшення енергоефективності на 20% вже в перший рік. Ці результати підтверджують доцільність і ефективність впровадження інтелектуальних рішень.

У майбутньому інтелектуальні підстанції все більше інтегруватимуться з розподіленими джерелами енергії, інноваційними сервісами та новітніми технологіями, такими як 5G і Інтернет речей. Будівництво та модернізація інтелектуальних підстанцій середньї напруги є надзвичайно важливими для впровадження смарт-мереж і цифрової трансформації енергетичного сектору. Їх застосування забезпечує значні технічні та економічні переваги, формуючи більш стійку, ефективну та сучасну енергетичну інфраструктуру.

ІНДУКТИВНІ НАДПРОВІДНИКОВІ НАКОПИЧУВАЧІ ЯК ПЕРСПЕКТИВНА ТЕХНОЛОГІЯ МАНЕВРУВАННЯ В ЕНЕРГОСИСТЕМІ

Федотов І.Д., Івахнов А.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сучасні енергосистеми дедалі більше інтегрують відновлювані джерела енергії, що характеризуються нестабільністю генерації. Це зумовлює потребу у високоефективних засобах накопичення та швидкого повернення енергії для забезпечення надійності та гнучкості роботи енергосистем. Індуктивні надпровідникові накопичувачі енергії (SMES) – це технологія, яка дозволяє зберігати електроенергію у вигляді магнітного поля, створеного струмом у надпровідному контурі. Завдяки відсутності електричного опору в надпровідниках, енергія може зберігатися практично без втрат, що робить SMES надзвичайно ефективними у порівнянні з традиційними акумуляторами [1]. Принцип дії ґрунтується на циркуляції струму в надпровідній котушці, де енергія не розсіюється й може бути миттєво вивільнена для живлення споживачів [2]. Основне застосування SMES – у стабілізації енергосистем, забезпеченні безперебійного живлення та живленні імпульсних систем, як-от електромагнітні пускові установки (рельсотрони). Перспективним є поєднання SMES з високотемпературними надпровідниками (HTS), що дає змогу спростити охолодження системи. Будова SMES [3] включає надпровідний магніт, кріогенну систему, електронну систему кондиціювання живлення та систему керування. Переваги: висока ефективність, екологічність, швидкодія та можливість інтеграції в існуючі мережі. Недоліки – висока вартість, складність охолодження низькотемпературних надпровідників до температури 4,2 К і необхідність додаткового захисту. SMES – це перспективна технологія, яка при подоланні технічних бар'єрів займатиме провідне місце серед систем накопичення енергії. Основними перевагами SMES є: надзвичайно швидкий відгук (мілісекунди); високий ККД (до 95–98%); великий термін служби без втрати ємності; можливість роботи у режимі частотного та потужнісного регулювання. У порівнянні з іншими накопичувачами, SMES демонструють кращі характеристики при миттєвому балансуванні навантаження, стабілізації частоти та напруги, а також при гасінні коливань у високовольтних мережах. SMES становлять перспективний напрям розвитку маневрових засобів енергосистеми, здатний забезпечити стабільність та гнучкість енергопостачання в умовах зростання частки ВДЕ.

Література:

1. Ciceron J., Badel A., Tixador P. Superconducting magnetic energy storage and superconducting self-supplied electromagnetic launcher. The European Physical Journal Applied Physics. 2017. Vol. 80, no. 2. P. 20901. URL: https://doi.org/10.1051/epjap/2017160452.

2. Md Abdullah Al Z., Sabbir A., Jahan N. Monira An Overview of Superconducting Magnetic Energy Storage (SMES) and Its Applications. International Conference on Nanotechnology and Condensed Matter Physics 2018 (ICNCMP 2018). BUET–Dhaka, Bangladesh. URL: https://doi.org/10.13140/RG.2.2.20403.53289/1.

3. Kamran M. Fundamentals of Smart Grid Systems. Elsevier Science & Technology, 2023.

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ В ЗАДАЧАХ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИМИ МЕРЕЖАМИ

Черкашина В.В., Шматов А.О.
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", м. Харків

Геоінформаційні системи (ГІС) на сьогодні являються одним з перспективних напрямків для покращення керування режимами роботи електричних мереж (ЕМ). Методики використання ГІС в електроенергетиці найповніше описані в працях Білла Меехана [1, 2].

ГІС охоплюють всі ієрархічні рівні керування і використовують для цього єдиний інформаційний простір. А також за допомогою ГІС можна збільшувати кількість вирішуваних задач, які беруть участь в інформаційному обміні даними в процесі керування ЕМ. Застосування ГІС дозволить вирішити такі задачі, як:

- ефективне використання даних;
- інтегрування баз даних;
- оптимізація операційної діяльності;
- керування просторовою інфраструктурою.
- оцінювання надійності систем передачі електричної енергії;
- відстеження технологічних втрат електричної енергії;
- планування заходів по ліквідації різномасштабних аварій та оперативному реагуванню на них і згладжуванню наслідків.

Інформація, яка потрапляє в ГІС, інтерпретується в вигляді окремих інформаційних шарів, а потужний аналітичний алгоритм закладений у ГІС дозволяє швидко аналізувати цю інформацію у синтезі і представляти її у вигляді карт та прогнозних графіків [1].

Також під час планування розвитку ЕМ ГІС може стати вагомим допоміжним засобом завдяки реалізованому в ньому принципу версійності, що дозволяє одночасно оперувати декількома версіями розвитку ЕМ на основі єдиної бази даних [2].

Таким чином, використання ГІС в задачах керування ЕМ дозволяє оперативно проаналізувати зміни у режимі роботи ЕМ і прослідкувати їх поточний стан у відношенні до запланованого чи альтернативного стану, тобто динаміку розвитку ЕМ.

Література:

1 *Meehan Bill.* Empowering Electric and Gas Utilities with GIS. - Esri Press - 2007.- 225 p. ISBN 1589480252, 9781589480254.

2 *Meehan Bill*. Enerprise GIS and the Smart Electric Grid. [Електронний ресурс].- 2008. - Режим доступу: https://studylib.net/doc/11659948/enterprise-gis-and-the-smart-electric-

ВИЗНАЧЕННЯ ВТРАТ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В РОЗПОДІЛЬЧИХ МЕРЕЖАХ

Швець С.В., Варв'янська В.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Електроенергетика має пріоритетне значення серед галузей сучасної економіки. Дослідження впливу цієї галузі у складних умовах на критичні системи забезпечення населення є актуальним напрямком досліджень. Отримання стійкого соціального розвитку та інвестиційного привабливого клімату неможливі без використання розвинутої енергетичної структури розподільчих електричних мереж. Одним із актуальних питань експлуатації розподільчих електричних мереж є визначення і контроль, а також зменшення втрат електричної енергії, які можуть бути обумовлені технологічними, комерційними та іншими чинниками [1].

Проведення аналізу розподільчих мереж структурної одиниці та системи електропостачання потужного споживача, який приєднаний до них, проводиться з метою виявлення впливу останньої на втрати електричної енергії. Цей процес повинний підвищити контроль та ефективність управління, скоротити втрати електроенергії і стабілізувати тарифи.

Значення втрат електроенергії в системі є важливим показником ефективності її роботи. З цього приводу, адекватне визначення втрат є актуальним завданням. Вирішення цього завдання передбачає певну кількість методів. Вони відрізняються наступними параметрами: переліком і необхідним обсягом вихідних даних, методиками і алгоритмами розрахунків втрат, прийнятими припущеннями, а також кінцевими результатами. Разом з тим, всі методи мають істотний недолік - високу похибку розрахунку втрат, яка визначається в порівнянні з даними фактичних вимірювань за допомогою системи комерційного обліку електроенергії.

Проведені дослідження обумовлюють розробку методів розрахунку втрат електроенергії, основу яких повинні складати існуючі системи обліку електроенергії. Додаткова умова стосується алгоритмів отримання значень похибок розрахунку. Набутим похибкам належить бути прийнятними в умовах сучасних тенденцій розвитку цих систем.

Використання програмного комплексу з одночасним аналізом системи електропостачання потужних підприємств, які приєднанні до розподільчих електричних мереж 10 кВ, дозволить підвищити адекватність визначення втрат електроенергії, що суттєво вплине на ефективність роботи структурної одиниці.

Література:

1. Втрати електричної енергії в енергетичній системі України та їх зниження за рахунок впровадження постійного струму/ Гриб О.Г., Карпалюк І.Т., Швець С.В., Донецька Т.С., Дяченко О.В. // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Гідравлічні машини та гідроагрегати: зб. наук. пр. / Нац. техн. ун-т «Харків. політехн. ін-т». – Х.: НТУ «ХПІ», 2023. – № 1. – С. 72-77

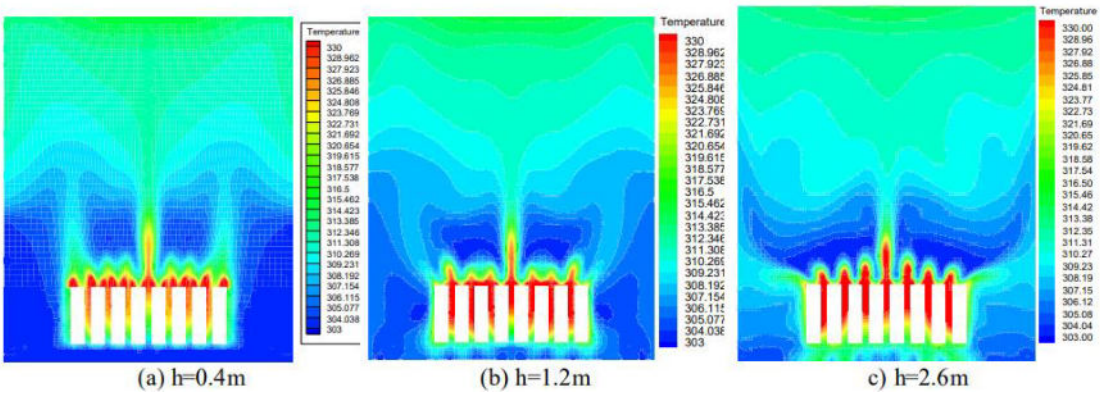
МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОВОЇ МАПИ ТРАНСФОРМАТОРА ІЗ ВНУТРІШНІМ РОЗМІЩЕННЯМ

Шевченко С.Ю., Ганус Р.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В умовах воєнного стану в Україні та ускладненого підведення повітряних ліній електропередач до міст актуальним стає будівництво закритих або підземних підстанцій 110–220 кВ. Однією з основних проблем таких об'єктів є відведення тепла від силових трансформаторів великої потужності. Використання емпіричних методів не дозволяє досягти достатньої точності проєктування, а натурні експерименти потребують значних ресурсів. Тому впровадження CFD-моделювання є актуальним та ефективним підходом.

Метою роботи визначено дослідження вентиляційного процесу трансформаторного відділення закритої підстанції методом CFD із визначенням впливу висоти та площі повітрозабірних і витяжних отворів на тепловий режим приміщення.

В роботі було виконано моделювання у FLUENT з побудовою тривимірної геометрії трансформаторного відділення та повітряного середовища. Здійснено розрахунок 22 варіантів робочих умов із різними конструктивними параметрами вентиляційних отворів. Аналізувалися температурні та швидкісні поля, розподіл теплових потоків і формування зон рециркуляції.



(a) h=0.4m (b) h=1.2m c) h=2.6m

Рисунок 1. Температурне поле

Встановлено, що підвищення висоти розташування витяжних отворів сприяє зростанню об'єму витяжного повітря та зниженню температури в приміщенні за рахунок посилення теплового напору. Оптимальне розташування повітрозабірних отворів - на висоті не більше 1 м від підлоги. Збільшення площі отворів дозволяє покращити температурний режим, однак ефективність зростає лише до певного значення площі, після чого спостерігається насичення ефекту.

Рекомендовано проєктувати витяжні отвори на максимально можливій висоті, а повітрозабірні – на висоті до 1 м. Підбір площі вентиляційних отворів повинен здійснюватись за результатами чисельного аналізу з урахуванням акустичних характеристик приміщення.

ВИКОРИСТАННЯ ПІДЗЕМНИХ ПІДСТАНЦІЙ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ СТІЙКОЇ ТА БЕЗПЕЧНОЇ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ В УМОВАХ ПІСЛЯВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ МІСТ

Шевченко С.Ю., Дривецький С.І., Данильченко Д.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м .Харків

Унаслідок збройної агресії проти України значна частина критичної енергетичної інфраструктури зазнала цілеспрямованих атак. Трансформаторні підстанції, розташовані на відкритій місцевості, стали легкими мішенями для ракетних ударів та дронів-камікадзе. Це призвело до масових знеструмлень міст та селищ, створивши серйозні гуманітарні та економічні наслідки. У таких умовах критично важливо впроваджувати інноваційні рішення, здатні гарантувати стійке енергопостачання навіть в умовах бойових дій. Одним із таких рішень є будівництво підземних трансформаторних підстанцій.

Перевагами підземних підстанцій є фізична захищеність їх за рахунок використання монолітних бетонних конструкції, які здатні витримувати вибухові хвилі та удари, а також зменшення видимості для ворожої розвідки (візуальної, теплової, радіолокаційної.

Також одним з факторів на користь такого типу підстанцій є стійкість до погодних умов, а саме підземні об'єкти менше залежать від кліматичних факторів (вітер, сніг, обмерзання, перегрів). До переваг можна також віднести оптимізіцю простору, у щільній міській забудові підземні підстанції не займають поверхню, яку можна використати для житла чи об'єктів інфраструктури. Відсутність масивних наземних конструкцій покращує зовнішній вигляд міста та зменшує рівень шуму, що позитвно впливає на екологію.

Прикладами реалізації підземних підстанцій є такі країни: Швейцарія, Японія, Південна Корея – країни, де підземні підстанції стали нормою у великих містах через обмеження простору та потребу в безпеці.

Потенційними пілотними майданчикам для впровадження в Україні є такі міста: Київ, Львів, Харків.

Підземні трансформаторні підстанції – це стратегічне рішення для України у післявоєнному відновленні, яке поєднує: стійкість до атак і катастроф, можливість забезпечення безперервного енергопостачання у кризових умовах, підвищення технологічного рівня електромереж, естетичну інтеграцію в міське середовище.

АНАЛІЗ ФІЗИЧНИХ МЕХАНІЗМІВ ПРОБОЮ ПОЛІМЕРНОЇ ІЗОЛЯЦІЇ

Шевченко С.Ю., Ніконов М.С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Полімери – такі як поліетилен, поліпропілен, полівінілхлорид, епоксидні смоли та силікони – стали невід'ємною частиною ізоляційних конструкцій як у низьковольтному, так і високовольтному обладнанні. Водночас, в умовах тривалої експлуатації та дії зовнішніх чинників спостерігається поступове зниження їх електричної міцності, що може призводити до аварійних ситуацій.

Метою роботи є систематизація фізичних механізмів виникнення пробою ізоляції полімерного типу та аналіз чинників, які прискорюють цей процес. На основі огляду літературних джерел та фізичних моделей було виділено чотири основні типи пробою: електричний, електротепловий, електромеханічний та електрохімічний [1].

Електричний пробій обумовлений розвитком електронної лавини в результаті дії сильного електричного поля, що викликає іонізацію матеріалу. У випадку неоднорідної структури діелектрика, наявність газових включень або мікродефектів посилює локальні напруження, що сприяє пробою при нижчих напругах. Електротепловий пробій є наслідком порушення балансу між теплогенерацією та тепловідведенням усередині матеріалу. Зростання температури призводить до підвищення провідності полімеру, що створює позитивний зворотний зв'язок і викликає лавиноподібне розігрівання ізоляції аж до її руйнування. Електромеханічний пробій пов'язаний із накопиченням механічних напружень у матеріалі, які виникають під дією електричного поля та зовнішніх факторів – таких як вібрація або ультрафіолетове опромінення. Це може призводити до утворення мікротріщин, які знижують електричну міцність і прискорюють деградацію. Електрохімічний пробій розвивається протягом тривалого періоду часу через взаємодію полімеру з вологістю, киснем, озоном та іншими агресивними чинниками навколишнього середовища. В умовах постійного електричного поля ці процеси призводять до зміни хімічної структури матеріалу, зниження опору і, зрештою, до пробою.

Окрему увагу приділено аналізу структури полімерів з погляду молекулярної будови [2]. Розглянуто роль sp^3-гібридизації атомів карбону, енергетичних рівнів у полімерній матриці та механізмів переносу заряду, зокрема тунельних процесів та стрибкоподібної провідності.

Література:

1. Ніконов М. С. Аналіз видів пробою полімерної ізоляції / М. С. Ніконов, С. Ю. Шевченко // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Сер. : Енергетика: надійність та енергоефективність. – 2024. – № 2 (9). – С. 31-35.
2. Kulikov V. Electrical breakdown of polymer materials // Norwegian Journal of Development of the International Science. – 2021. – № 62. – P. 51–54.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ З АКЦЕНТОМ НА ВІДКРИТІ РІШЕННЯ

Шкребела А.В. Хоменко І.В., Орлов В.С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У роботі розглянуто та порівняно найбільш поширені програмні комплекси для аналізу режимів електричних мереж: MATPOWER, Maestro, PandaPower, Siemens PSS®SINCAL та DIgSILENT PowerFactory. Аналіз проведено з урахуванням можливостей обчислення активних та реактивних втрат, відкритості коду, підтримки сучасних мов програмування та можливостей адаптації.

Програма MATPOWER (середовище MATLAB) забезпечує стабільні результати розрахунку режимів, однак має певну специфіку відображення реактивної потужності: втрати інтерпретуються як індуктивні навантаження. Maestro – українське локальне рішення – демонструє результати, близькі до MATPOWER, проте обмежене в можливостях автоматизації та аналізу структури мережі.

PandaPower – бібліотека Python з відкритим вихідним кодом, яка підтримує розширення функціоналу, роботу з графовими структурами та інтеграцію зі штучним інтелектом. Особливістю є поділ реактивних втрат на індуктивні та ємнісні складові, що дозволяє отримати більш деталізовану картину електричного режиму. Завдяки використанню мови Python, PandaPower дозволяє гнучко адаптувати алгоритми розрахунку, інтегрувати інтерфейси користувача, моделі штучного інтелекту, зокрема великі мовні моделі, а також реалізовувати власні методи обробки та візуалізації даних.

Комерційні продукти Siemens PSS®SINCAL та DIgSILENT PowerFactory мають широкі функціональні можливості, однак їх доступність обмежена. Робота з SINCAL ускладнюється через низьку продуктивність та застарілий інтерфейс. PowerFactory не було включено в практичну частину дослідження через недоступність ліцензії.

Порівняльне моделювання виконано для типової електричної мережі з декількома джерелами живлення та навантаженнями. Встановлено, що результати PandaPower і Maestro практично збігаються з MATPOWER за числовими параметрами, однак відрізняються в інтерпретації реактивної складової. Це потребує врахування при проведенні техніко-економічних аналізів та оптимізації режимів.

Отримані результати свідчать про доцільність використання PandaPower як сучасного інструмента для технічного аналізу режимів роботи енергосистем з можливістю подальшої адаптації до завдань оптимізації та інтелектуального керування.

RECOGNITION OF THE DEFECT TYPE OF OIL-FILLED EQUIPMENT BASED ON THE ANALYSIS OF EMITTED GAS INCREMENTS

Shutenko O.
National Technical University
"Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

The international standard IEC 60599:2022 proposes to analyse the values of the differences between the concentrations of the corresponding gases obtained from the results of the last and previous tests in order to recognise the type of defect in oil-filled equipment. The idea of the proposed approach is that the amount of gas emitted at the i-th moment is the sum of the amount of gas recorded (i–1)-th moment of time and the amount of gas emitted during this time interval. If the results of the last tests predict the presence of a defect, it is obvious that the type of defect will be determined by the qualitative composition of the concentration differences of the corresponding gases. Practical implementation of this approach, performed on a verified sample, has shown the need to take into account some peculiarities. In particular, the time of defect detection does not coincide with the time of its occurrence [1, 2], as a rule, the defect occurs before it is detected. In addition, the nature of the defect may change during the development process [3, 4], and therefore it is not sufficient to analyse the results of only the last two tests, especially when it comes to combined defects. In non-sealed equipment the qualitative composition of gases in oil samples, and consequently its increments, is influenced both by the processes of gas diffusion into the atmosphere and secondary chemical reactions between oil hydrocarbons and atmospheric oxygen. The performed researches have shown that taking into account these features allows to provide high reliability of defect type recognition based on the results of analysis of the values of concentration differences of the corresponding gases.

References:

1. Shutenko O. Method for detection of developing defects in high-voltage power transformers by results of the analysis of dissolved oil gases. *Acta Electrotechnica et Informatica*. 2018. Vol. 18, no. 1. P. 11–18.

2. Shutenko O. Faults diagnostics of high-voltage equipment based on the analysis of the dynamics of changing of the content of gases. *Energetika*. 2018. Vol. 64, no. 1. P. 11–22.

3. Shutenko O., Kulyk O. Recognition of discharges that are accompanied by low-temperature overheating based on the analysis of gases dissolved in the oil of high-voltage transformers. *Energy saving. Power engineering. Energy audit.* 2021. No. 3-4(157-158). P. 20–33.

4. Shutenko O., Kulyk O. Diagnosis of oil-filled equipment with x-wax deposition based on dissolved gas analysis. *2021 IEEE 3rd Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering (UKRCON)*, Lviv, Ukraine, 26–28 August 2021. P. 1–6.

ВИЗНАЧЕННЯ ГРАНИЧНИХ ЗНАЧЕНЬ ПОКАЗНИКІВ ТРАНСФОРМАТОРНИХ МАСЕЛ З УРАХУВАННЯМ РЕЖИМІВ НАВАНТАЖЕННЯ ТРАНСФОРМАТОРІВ

Шутенко О.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Продукти окислення трансформаторних масел (водорозчинні кислоти, волога) нарівні з температурою, напруженістю електричного поля та атмосферним киснем є фактором, що знижує механічну міцність основної ізоляції і як наслідок ресурс трансформаторів. Граничні значення показників масла, регламентовані як міжнародними, так і національними стандартами, дають змогу відокремити два можливих стани масел: «придатне» та «непридатне» до подальшої експлуатації, що не дає змоги виявляти трансформатори з прискореним старінням масел на ранньої стадії. Для усунення цього недоліку пропонується нормувати значення показників масла за терміном експлуатації. Таке «прив'язування» граничних значень показників до терміну експлуатації масел надає можливість розпізнавати трансформатори з аномально високим вмістом продуктів окиснення і, як наслідок, оперативно вживати заходи для інгібування процесів старіння, що, безумовно, призведе до зниження впливу продуктів старіння масел на основну ізоляцію. Оскільки на інтенсивність старіння масел істотний вплив має завантаження трансформаторів [1-3], то кожному інтервалу терміну експлуатації, залежно від завантаження трансформаторів, має відповідати декілька граничних значень показника. Граничні значення визначились методом мінімального ризику [4]. При цьому в якості параметрів закону розподілу для масла «не придатного до експлуатації» використовували значення параметрів, отримані для масла «придатного до експлуатації», для того самого інтервалу терміну експлуатації, але для трансформаторів з більш високим завантаженням. Отримані таким чином граничні значення показників забезпечують можливість діагностики стану трансформаторних масел на ранньої стадії.

Література:

1. Shutenko O., Ponomarenko S. Analysis of the impact of power transformer loading on the transformer oil aging intensity. *2020 IEEE KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek)*, Kharkiv, Ukraine, 5–10 October 2020. P. 76–81.

2. Шутенко О. В. Исследование влияния загрузки трансформатора на состояние масла в процессе эксплуатации. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Електроенергетика і перетворююча техніка*. 2004. № 22. С. 121–126.

3. Шутенко О. В. Исследование влияния режимов работы трансформаторов на интенсивность старения масла. *Енергетика та електрифікація*. 2008. № 8. С. 54–59.

4. Shutenko O., Ponomarenko S. Correction of the Maximum Permissible Values of the Oil Acidity by the Minimum Risk Method, *2021 IEEE 3rd Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering (UKRCON)*, Lviv, Ukraine, 2021, pp. 310-315, .

РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДУ НОМОГРАМ В ІАС «СИРЕНА»

Шутенко О.В., Довгалюк В.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Метод номограм є одним з найбільш простих та ефективних інструментів для розпізнавання типу дефектів в маслонаповненому обладнанні, за результатами аналізу розчинених у маслі газів (АРГ). За результатами аналізу 3715 результатів АРГ з обладнання з дефектами різного типу було побудовано 153 еталонні номограми [1-2], що дозволило істотно підвищити кількість дефектів, що розпізнаються, порівняно з діючими стандартами. Для автоматичного розпізнавання типу дефекту в ІАС «СИРЕНА» [3-4] був використаний метод еталонів, в якому рішення про тип дефекту приймається за критерієм мінімуму діагностичної відстані між координатами еталонної та номограми, що діагностується. Однак практична реалізація методу еталонів, коли еталонна номограма задається лише одним набором координат, показала дуже низьке значення достовірності розпізнавання. Це зумовлено природним дрейфом значень координат номограм для одного й того ж типу дефекту в однотипному обладнанні [5]. Для усунення цього недоліку запропоновано задавати еталонні номограми в вигляді тривимірної області координат. Перша область відповідає мінімальним значенням координат, друга центру (тобто еталонної номограмі), третя максимальним значенням координат, отриманих за навчальною вибіркою. В якості діагностичній відстані запропоновано використовувати не метрики простору, а міру схожості – косинус подібності. Для мінімізації розрахунків розроблено алгоритм виділення найближчих типів дефекту з використанням відношень газів. Виконане тестування показало високу ефективність запропонованого підходу.

Література:

1. Шутенко О.В. Анализ графических образов, построенных по результатам ХАРГ для высоковольтных силовых трансформаторов с различными типами дефектов. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Енергетика: надійність та енергоефективність*. –2017. –№31(1253). – С. 97–121.

2. Шутенко О. В. Особливості розпізнавання типу дефекту маслонаповненого обладнання з використанням методу номограм. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Енергетика: надійність та енергоефективність*. 2022. № 1 (4). С. 86–104.

3. Шутенко О. В., Баклай Д. Н. Информационно-аналитическая система для диагностики состояния высоковольтного электроэнергетического оборудования. *Енергетика та електрифікація*. 2011. № 8. С. 32–41.

4. Shutenko O., Kulyk O., Ponomarenko S. Informational and analytical system for diagnostics of the electric power equipment condition. *2020 IEEE 7th International Conference on Energy Smart Systems (ESS)*, Kyiv, Ukraine, 12–14 May 2020. P. 105–110.

5. Shutenko O., Jakovenko I. Fault Diagnosis of Power Transformer Using Method of Graphic Images. *2017 IEEE International Young Scientists Forum on Applied Physics and Engineering (YSF-2017), October 17-20, 2017, Lviv, Ukraine*, pp. 66-69, 2017.

РОЗПІЗНАВАННЯ ТИПУ ДЕФЕКТІВ МАСЛОНАПОВНЕНОГО ОБЛАДНАННЯ ЗА ВІДСУТНОСТІ ЕТАЛОННИХ НОМОГРАМ

Шутенко О.В., Кулик О.С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Істотним обмеженням при розпізнаванні типу дефекту маслонаповненого обладнання з використанням методу номограм є обмежена кількість еталонних номограм, що не завжди дає змогу розпізнати тип дефекту. Так, наразі в чинних нормативних документах практично відсутні еталонні номограми, характерні для низькотемпературних перегрівань, а також для цілої низки комбінованих дефектів. Виконані в [1–4] дослідження дали змогу істотно розширити базу еталонних номограм, але очевидно, що отримані результати не дають змоги повністю розв'язати проблему, особливо для комбінованих дефектів. Для розпізнавання комбінованих дефектів за відсутності еталонних номограм запропоновано наступний спосіб. За результатами випробувань будується експлуатаційна номограма, яку порівнюють з еталонними номограмами. У разі розбіжності експлуатаційної та еталонних номограм, з числа еталонних номограм обирають номограму, що найбільше схожа на експлуатаційну, яка і визначає тип первинного дефекту (наприклад, перегрівання в тому чи іншому діапазоні температур або розряди з тією чи іншою щільністю енергії). Далі з координат експлуатаційної номограми віднімаються координати найбільш схожої еталонної номограми. За отриманими значеннями різниць координат будується номограма, яка і визначає тип вторинного дефекту (відповідно розряди з тією чи іншою щільністю енергії або ж перегрівання в тому чи іншому діапазоні температур). Виконана перевірка на верифікованій вибірці показала високу ефективність пропонованого способу.

Література:

1. Shutenko O., Kulyk O. Recognition of low-temperature overheating in power transformers by dissolved gas analysis. *Electrical Engineering*. 2022. Vol. 104, no. 4. P. 2109–2121.

2. Shutenko O., Kulyk O. Recognition of overheating with temperatures of 150-300°C by analysis of dissolved gases in oil. *2020 IEEE 4th International Conference on Intelligent Energy and Power Systems (IEPS)*, Istanbul, Turkey, 7–11 September 2020. P. 71–76.

3. Shutenko O., Kulyk O. Combined defects recognition in the low and medium temperature range by results of dissolved gas analysis. *2020 IEEE KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek)*, Kharkiv, Ukraine, 5–10 October 2020. P. 65–70.

4. Shutenko O., Kulyk O. Recognition of combined defects with high-temperature overheating based on the dissolved gas analysis. *Sādhanā*. 2022. Vol. 47, no. 3. 146.

РОЗПІЗНАВАННЯ СТАНУ ТРАНСФОРМАТОРНИХ МАСЕЛ В УМОВАХ ПЕРЕХРЕСНИХ ТРАЄКТОРІЙ ПОКАЗНИКІВ

Шутенко О.В., Пономаренко С.Г.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Використання еталонних траєкторій показників трансформаторних масел дає змогу виявляти трансформатори [1] з атиповою швидкістю старіння масел з урахуванням як особливостей старіння масел [2-3], так і з урахуванням впливу режимів роботи трансформаторів [4-5]. Однак під час практичної реалізації методу виникають об'єктивні труднощі, що обумовлені наявністю перетинів еталонних траєкторій показників, побудованих для трансформаторів із різними значеннями коефіцієнтів завантаження. Для показників, значення яких зростають у міру старіння масла (вміст органічних кислот, колір та ін.), області перетину припадають на початок експлуатації, де відмінності в завантаженні ще не проявляються. Для показників, значення, яких знижуються в міру зростання тривалості експлуатації (пробивна напруга, температура спалаху), області перетину зміщуються в бік більших значень тривалості експлуатації, коли вплив режимів експлуатації починає переважати над відмінностями в якості масла, що заливається. Наявність областей перетину еталонних траєкторій знижує достовірність розпізнавання і може призвести до відмови від розпізнавання. Одним зі шляхів подолання цього недоліку є підвищення розмірності простору ознак, тобто перехід від одновимірних траєкторій до багатовимірних траєкторій показників масла. Синтезовані багатомірні траєкторії показників масел було протестовані на незалежній вибірці. За результатами тестування встановлено, що використання багатомірних траєкторій, в порівнянні з одномірними, дозволяє повністю нівелювати наявність областей перетину еталонних траєкторій.

Література:

1. O. Shutenko and S. Ponomarenko, "Diagnosing the condition of transformer oils using the trajectory method," in 2021 IEEE International Conference on Modern Electrical and Energy Systems (MEES), Kremenchuk, Ukraine, Sep. 21–24, 2021. pp. 1–6,

2. Shutenko O., Ponomarenko S. Analysis of ageing characteristics of transformer oils under long-term operation conditions. Iranian Journal of Science and Technology, Transactions of Electrical Engineering. 2022. Vol.46, no.2. P.481–501.

3. O. Shutenko and S. Ponomarenko. Diagnostics of transformer oils using the multiple linear regression model, in 2020 IEEE Problems of Automated Electrodrive. Theory and Practice (PAEP), Kremenchuk, Ukraine, Sep. 21–25, 2020, pp. 1–6,

4. Шутенко О. В. Исследование влияния загрузки трансформатора на состояние масла в процессе эксплуатации. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Електроенергетика і перетворююча техніка*. 2004. № 22. С. 121–126.

5. Шутенко О. В. Исследование влияния режимов работы трансформаторов на интенсивность старения масла. *Енергетика та електрифікація*. 2008. № 8. С. 54–59.

ІНТЕГРАЦІЯ ПНЕВМОАКУМУЛЯТОРІВ ДЛЯ БАЛАНСУВАННЯ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

Щербак В.С., Гриценко В.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В сучасному світі досить швидко розвивається сонячна та вітрова енергетика, в зв'язку з цим постає необхідність у накопичувачах енергії, які могли б стабілізувати енергопостачання та забезпечити надійність мережі. Для вирішення цієї потреби є пневмоакумулятори, які накопичують енергію у вигляді стисненого повітря. Пневмоакумулятор – це пристрій, призначений для накопичення енергії стисненого повітря, яке у подальшому використовується для забезпечення стабільної роботи пневматичних систем [1]. У період коли сонячна або вітрова електростанція виробляє надлишкову енергію, ця надлишкова енергія спрямовується на компресори, що стискають повітря. Стиснене повітря зберігається в сховищах або балонах. Під час зниження вироблення енергії з відновлювальних джерел енергії, повітря, яке було стиснуте, випускається через пневмодвигун та електроенергія надходить в мережу. Системи рекуперації тепла та теплообмінники важлива частина цієї системи, адже є значні теплові втрати при стисненні та розширенні повітря [2]. Переваги: високий ресурс, висока швидкість віддачі енергії, екологічність, зниження витрат на балансування енергії, можливість використання теплової енергії для обігріву приміщень. Недоліки: низький ККД (40-60%), необхідність великих об'ємів для зберігання, висока ціна обладнання, втрати енергії через нагрів та охолодження. Зберігаючи надлишок енергії у пікові моменти генерації та видаваючи її у мережу в періоди споживання, відновлювальні джерела енергії стають більш передбачуваним джерелом енергії. Можуть швидко змінювати режим роботи переходячи від накопичення до генерації, що допомагає в регулюванні частоти мережі. При аваріях або відключеннях мережі пневмоакумулятори можуть забезпечити резервне живлення. На відмінну від літій-іонних батарей пневмоакумулятори не створюють токсичних відходів та мають мінімальний вуглецевий слід [3]. Пневмоакумулятори мають потенціал стати важливою частиною енергосистем, адже вони можуть вирішувати проблеми нестабільності відновлювальних джерел енергії, а також допомогти в балансуванні мережі. Таким чином пневмоакумулятори є перспективною технологією для балансування генерації відновлювальних джерел енергії.

Література:

1. Luo X., Wang J., Dooner M., Clarke J. Overview of current development in electrical energy storage technologies and the application potential in power system operation // Applied Energy. – 2015. – Vol. 137. – P. 511–536.

2. Zhou Z., Lou C., Li Z., Lu L., Yang H. Current status and development of energy storage technologies in China // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2012. – Vol. 16, No. 6. – P. 3861–3874.

3. Budt M., Wolf D., Span R., Yan J. A review on compressed air energy storage: Basic principles, past milestones and recent developments // Applied Energy. – 2016. – Vol. 170. – P. 250–268.

СЕКЦІЯ 1
ЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОНІКА ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА

1.4 АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МАШИНОБУДУВАННЯ

ANALYSIS OF MODERN DESIGNS AND INDICATORS OF ECOLOGICAL SAFETY OF VEHICLES WITH HYBRID AND ELECTRIC DRIVES, SUITABLE FOR USE AS FIRE AND EMERGENCY RESCUE VEHICLES

Kondratenko O., Alekseev O.
National University of Civil Defence of Ukraine of SES of Ukraine

Analysis of modern designs and ecological safety indicators of vehicles with hybrid and electric propulsion, suitable for use as fire and emergency rescue vehicles, is a relevant task in view of the need to ensure compliance with the requirements contained in the Order of the State Emergency Service of Ukraine No. 618 (on the main activity) dated September 20, 2013 "On approval of the Regulations on the organization of environmental support of the State Emergency Service of Ukraine" both during times of armed aggression and during the post-war reconstruction of the country's critical infrastructure and economy in the historical perspective of ensuring sustainable development goals, defined in the Decree of the President of Ukraine No. 722/2019 dated September 30, 2019 "On Sustainable Development Goals of Ukraine for the period up to 2030" [1-3].

The purpose of the study is to obtain relevant information on the indicators of ecological safety of elements of the burnt area after a fire as a basis for further research on ensuring the technogenic and environmental safety of the functioning of technical units of the institutions and units of the SES of Ukraine, as well as the development of relevant recommendations and for environmental protection technologies.

The object of the study is the indicators of the technogenic and ecological safety of the functioning of the institutions and units of the SES of Ukraine both during armed aggression and the post-war reconstruction of the country's critical infrastructure and economy in the historical perspective of ensuring the goals of sustainable development.

The subject of the study is the impact of the indicators of ecological safety of modern vehicles with hybrid and electric drive, suitable for use as fire and emergency rescue vehicles, on the object of the study.

References:

1. Assessment of improvement of ecological safety of power plants by arrangement of pollutants neutralization system / S. Vambol, V. Vambol, O. Kondratenko, Y. Suchikova, O. Hurenko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2017. № 3/10 (87). pp. 63–73. – DOI: 10.15587/1729-4061.2017.102314.

2. Математична модель ефективності роботи фільтра твердих частинок дизеля / О.М. Кондратенко, О.П. Строков, С.О. Вамболь, А.М. Авраменко // Науковий вісник НГУ. 2015. № 6 (150). С. 55–61.

3. Сучасні способи підвищення екологічної безпеки експлуатації енергетичних установок: монографія / С.О. Вамболь, О.П.Строков, В.В. Вамболь, О.М.Кондратенко. – Х.: НУЦЗУ, Стиль-Издат (ФОП Бровін О.В.), 2015. – 212 с. – ISBN 978-617-7256-09-9.

TECHNOLOGY OF ENVIRONMENTAL PROTECTION FROM THE IMPACT OF THE ECONOMIC ACTIVITY OF THE NATURAL GAS TRANSPORTATION ENTERPRISE UNDER ARMED AGGRESSION CONDITIONS

Kondratenko O., Kolesnik T.
National University of Civil Defence of Ukraine of SES of Ukraine

The development of the environmental protection technology from the impact of the economic activities of the natural gas transportation enterprise under conditions of armed aggression is an urgent task in view of the need to ensure compliance with the requirements contained in the Resolution of the National Commission for State Regulation in the Energy and Utilities Sector No. 2493 as amended on December 1, 2024, "On Approval of the Gas Transportation System Code" both during times of armed aggression and the post-war reconstruction of the country's critical infrastructure and economy in the historical perspective of ensuring the goals of sustainable development defined in the Decree of the President of Ukraine No. 722/2019 of September 30, 2019, "On the Goals of Sustainable Development of Ukraine for the Period up to 2030" [1-3].

The purpose of the study is to develop an environmental protection technology from the impact of the economic activity of the natural gas transportation enterprise under conditions of armed aggression, as well as relevant recommendations, as a basis for further implementation of the research results into the practice of economic and production activities of the specified type of enterprise and ensuring the established level of technogenic and ecological safety.

The object of the study is indicators of technogenic and ecological safety of the operation of the natural gas transportation enterprise both during armed aggression and the post-war reconstruction of the country's critical infrastructure and economy in the historical perspective of ensuring the goals of sustainable development.

The subject of the study is the impact of the developed schemes and composition of the environmental protection technology on the object of the study.

References:

1. Research of Properties and Rational Composition of Ecosafe Building Materials with Ash-and-Slag Waste from Masute Fuel And Coal Combustion / O. Kondratenko, V. Koloskov, H. Koloskova, V. Babakin // Key Engineering Materials. – 2023. – Vol. 935, pp. 85–97. – DOI: 10.4028/p-RwzP9p.

2. Research of Technical and Economic Properties of Material of Porous Fuel Briquettes from the Solid Combustible Waste Impregnated with Liquid Combustible Waste / O. Kondratenko, V. Koloskov, S. Kovalenko, Y. Derkach // Materials Science Forum, 2021, № 1038, pp. 303–314. – DOI: https://doi.org/10.4028/ www.scientific.net/msf.1038.303.

3. Study of the role of alternative fuels in the energy balance of Ukraine and the countries of the European Union during armed aggression and in the post-war reconstruction of the country's economy and infrastructure [Text] / K. Umerenkova, V. Borysenko, O. Kondratenko, V. Koloskov, O. Strokov, O. Lytvynenko // Technogenic and ecological safety. – 2024. – № 15(1/2024). – pp. 15–35. – doi: 10.52363/2522-1892.2024.1.2.

ANALYSIS OF TECHNICAL, ECONOMIC AND ECOLOGICAL INDICATORS OF THE OPERATION OF RECIPROCATING INTERNAL COMBUSTION ENGINES OF FIRE AND EMERGENCY RESCUE EQUIPMENT UNITS

Kondratenko O., Kyrychenko I.
National University of Civil Defence of Ukraine of SES of Ukraine

Analysis of the technical, economic and ecological performance indicators of reciprocating internal combustion engines of fire and emergency rescue equipment units is a relevant task in view of the need to ensure compliance with the requirements contained in the Order of the State Emergency Service of Ukraine No. 618 (on the main activity) dated September 20, 2013 "On approval of the Regulations on the organization of environmental support of the State Emergency Service of Ukraine" both during times of armed aggression and the post-war reconstruction of the country's critical infrastructure and economy in the historical perspective of ensuring the goals of sustainable development, defined in the Decree of the President of Ukraine No. 722/2019 dated September 30, 2019 "On the Goals of Sustainable Development of Ukraine for the period up to 2030" [1-3].

The purpose of the study is to obtain relevant information on the technical, economic and ecological performance indicators of reciprocating internal combustion engines of fire and emergency rescue equipment units as a basis for further research on ensuring the technogenic and ecological safety of the operation of equipment units of the institutions and units of the SES of Ukraine, as well as the development of relevant recommendations and environmental protection technologies.

The object of the study is the indicators of the technogenic and ecological safety of the operation of equipment units of the institutions and units of the SES of Ukraine both during armed aggression and the post-war reconstruction of the country's critical infrastructure and economy in the historical perspective of ensuring the goals of sustainable development.

The subject of the study is the impact of the technical, economic and ecological performance indicators of reciprocating internal combustion engines of fire and emergency rescue equipment units on the object of the study.

References:

1. Development and Use of the Index of Particulate Matter Filter Efficiency in Environmental Protection Technology for Diesel-Generator with Consumption of Biofuels / O. Kondratenko, V. Andronov, V. Koloskov, O. Strokov // 2021 IEEE KhPI Week on Advanced Technology: Conference Proceedings (13–17 September 2021, NTU «KhPI», Kharkiv). – Kharkiv: NTU «KhPI», 2021. – pp. 239–244. – DOI: 10.1109/KhPIWeek53812.2021.9570034.

2. Наказ ДСНС України № 618 (з основної діяльності) від 20.09.2013 р. «Про затвердження Положення про організацію екологічного забезпечення ДСНС України». – URL: https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0618388-13#Text.

3. Кондратенко О.М. Науково-методологічні основи захисту атмосферного повітря від техногенного впливу енергоустановок з поршневими двигунами внутрішнього згоряння: дис. д-ра техн. наук: спец 21.06.01 – екологічна безпека [Рукопис] / Олександр Миколайович Кондратенко. – Х.: НУЦЗ України, 2021. – 465 с.

ANALYSIS OF FACTORS OF ENVIRONMENTAL HAZARD FROM USED CHEMICAL SOURCES OF ELECTRICITY USED BY THE SES OF UKRAINE

Kondratenko O., Shchotka Ye.
National University of Civil Defence of Ukraine of SES of Ukraine

Analysis of environmental hazard factors from used chemical sources of electrical energy used by the State Emergency Service of Ukraine is an urgent task in view of the need to ensure compliance with the requirements contained in the Order of the State Emergency Service of Ukraine No. 618 (on the main activity) dated September 20, 2013 "On approval of the Regulations on the organization of environmental support of the State Emergency Service of Ukraine" both during times of armed aggression and the post-war reconstruction of the country's critical infrastructure and economy in the historical perspective of ensuring the goals of sustainable development defined in the Decree of the President of Ukraine No. 722/2019 dated September 30, 2019 "On the Goals of Sustainable Development of Ukraine for the period up to 2030" [1-4].

The purpose of the study is to obtain relevant information on the factors of environmental hazard from used chemical sources of electrical energy used by the SES of Ukraine as a basis for further research on ensuring the technogenic and ecological safety of the operation of technical units of the institutions and subdivisions of the SES of Ukraine, as well as the development of relevant recommendations and environmental protection technology.

The object of the study is indicators of the technogenic and ecological safety of the operation of technical units of the institutions and subdivisions of the SES of Ukraine both during the armed aggression and the post-war reconstruction of the country's critical infrastructure and economy in the historical perspective of ensuring the goals of sustainable development.

The subject of the study is the impact of used chemical sources of electrical energy used by the SES of Ukraine on the object of the study.

References:

1. Наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України № 223/154/165 у редакції від 31.12.1996 р. "Про затвердження Положення про порядок збирання та переробки відпрацьованих свинцево-кислотних акумуляторів". – URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0012-97#Text.

2. Закон України № 3503-IV у редакції від 16.10.2020 р. "Про хімічні джерела струму". – URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3503-15#Text.

3. Закон України № 2320-IX у редакції від 15.11.2024 р. "Про управління відходами". – URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2320-20#Text.

4. Кондратенко О.М. Науково-методологічні основи захисту атмосферного повітря від техногенного впливу енергоустановок з поршневими двигунами внутрішнього згоряння: дис. д-ра техн. наук: спец 21.06.01 – екологічна безпека [Рукопис] / Олександр Миколайович Кондратенко. – Х.: НУЦЗ України, 2021. – 465 с.

ENVIRONMENTAL SAFETY ENSURING SYSTEM FOR INVULNERABILITY POINTS

Kondratenko O., Taranov Ye.
National University of Civil Defence of Ukraine of SES of Ukraine

The development of environmental protection technology for invulnerability points is an urgent task in view of the need to ensure the fulfillment of the requirements contained in the Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine No. 1401 as amended on April 3, 2024 "Issues of the organization and functioning of invulnerability points" both during times of armed aggression and the post-war reconstruction of the country's critical infrastructure and economy in the historical perspective of ensuring the goals of sustainable development defined in the Decree of the President of Ukraine No. 722/2019 dated September 30, 2019 "On the Goals of Sustainable Development of Ukraine for the period up to 2030" [1-3].

The purpose of the study is to develop the environmental protection technology for invulnerability points, as well as relevant recommendations, as a basis for further implementation of the research results in the practice of the specified type of civil protection system facility and ensuring the established level of technogenic and ecological safety.

The object of the study is the indicators of technogenic and ecological safety of the functioning of invulnerability points both during times of armed aggression and during the post-war reconstruction of the country's critical infrastructure and economy in the historical perspective of ensuring the goals of sustainable development.

The subject of the study is the impact of the developed schemes and composition of environmental protection technology on the object of the study.

References:

1. Офіційний сайт Міністерства внутрішніх справ України. По Україні розгорнуто пункти незламності. 26 листопада 2024 р. – URL: https://mvs.gov.ua/ news/po-ukrayini-rozgornuto-punkti-nezlamnosti.

2. Постанова Кабінету Міністрів України № 1401-2022п у редакції від 03.04.2024 р. "Питання організації та функціонування пунктів незламності". – URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1401-2022-%D0%BF#Text.

3. Сучасні технології отримання наноматеріалів для відновлювальної енергетики з урахуванням екологічної безпеки: монографія / І.Т. Богданов, С.О.Вамболь, В.В. Вамболь, Я.О. Сичікова, О.М. Кондратенко. – К: Освіта України, 2018. – 188 с. – ISBN 978-617-7625-52-9.

ANALYSIS OF THE NOMENCLATURE AND NORMS OF CONSUMPTION OF MOTOR FUEL AND MOTOR OIL FOR FIRE AND EMERGENCY RESCUE EQUIPMENT UNITS

Kondratenko O., Trypolska K.
National University of Civil Defence of Ukraine of SES of Ukraine

Analysis of the nomenclature and norms of motor fuel and motor oil consumption of fire and emergency rescue equipment units is an urgent task in view of the need to ensure compliance with the requirements contained in the Order of the State Emergency Service of Ukraine No. 618 (on the main activity) dated September 20, 2013 "On approval of the Regulations on the organization of environmental support of the State Emergency Service of Ukraine" both during times of armed aggression and the post-war reconstruction of the country's critical infrastructure and economy in the historical perspective of ensuring the goals of sustainable development, defined in the Decree of the President of Ukraine No. 722/2019 dated September 30, 2019 "On the Goals of Sustainable Development of Ukraine for the period up to 2030" [1-3].

The purpose of the study is to obtain up-to-date information on the nomenclature and consumption norms of motor fuel and motor oil for fire and emergency rescue equipment units as a basis for further research on ensuring the technogenic and ecological safety of the operation of technical units of the institutions and units of the SES of Ukraine, as well as the development of relevant recommendations and environmental protection technologies.

The object of the study is indicators of the technogenic and ecological safety of the operation of technical units of the institutions and units of the SES of Ukraine both during armed aggression and the post-war reconstruction of the country's critical infrastructure and economy in the historical perspective of ensuring the goals of sustainable development.

The subject of the study is the impact of the nomenclature and consumption norms of motor fuel and motor oil for fire and emergency rescue equipment units on the object of the study.

References:

1. Методичні рекомендації з нормування витрат палива, електричної енергії, мастильних, інших експлуатаційних матеріалів автомобілями та технікою / ДП «ДержавтотрансНДІпроект» (редакція 1 від 17.11.2023). – URL: https://insat.org.ua/files/services/ldvpe/6/metod.pdf.

2. Наказ НУЦЗ України № НГ-374/88 від 13.11.2024 р. "Про внесення змін до наказів НУЦЗ України щодо експлуатації транспортних засобів та встановлення норм витрат пального".

3. Кондратенко О.М. Науково-методологічні основи захисту атмосферного повітря від техногенного впливу енергоустановок з поршневими двигунами внутрішнього згоряння: дис. д-ра техн. наук: спец 21.06.01 – екологічна безпека [Рукопис] / Олександр Миколайович Кондратенко. – Харків: Національний університет цивільного захисту України, 2021. – 465 с.

INCREASING THE LEVEL OF ECOLOGICAL SAFETY OF HOUSEHOLDS THROUGH THE USE OF COGENERATION PLANTS IN BLACKOUT CONDITIONS

Kondratenko O., Yakushchenko D.
National University of Civil Defence of Ukraine of SES of Ukraine

The development of the environmental protection technology from the impact of household economic activities through the use of cogeneration units in blackout conditions is an urgent task given the need to ensure compliance with the requirements contained in the Law of Ukraine No. 2509-IV as amended on June 30, 2024 "On Combined Heat and Power Generation (Cogeneration) and the Use of Waste Energy Potential" (https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2509-15#Text) both during times of armed aggression and the post-war reconstruction of the country's critical infrastructure and economy in the historical perspective of ensuring the goals of sustainable development defined in the Decree of the President of Ukraine No. 722/2019 dated September 30, 2019 "On the Goals of Sustainable Development of Ukraine for the Period up to 2030" [1-3].

The purpose of the study is to develop the environmental protection technology from the impact of household economic activities by using cogeneration units in blackout conditions, as well as relevant recommendations as a basis for further implementation of the research results into the practice of such activities of the specified type of consumer and ensuring the established level of technogenic and ecological safety.

The object of the study is indicators of technogenic and ecological safety of household economic activities both during armed aggression and the post-war reconstruction of critical infrastructure and the country's economy in the historical perspective of ensuring sustainable development goals.

The subject of the study is the impact of using cogeneration units in blackout conditions on the object of the study.

References:

1. Офіційний сайт USAID Проєкт Енергетичної Безпеки. Когенерація малої та середньої потужності в системах централізованого теплопостачання в Україні: потенціал та ефективність. 25 травня 2023 р. – URL: https://energysecurityua.org/ua/ blogs-ua/koheneratsiia-maloi-ta-serednoi-potuzhnosti-v-systemakh-tsentralizovanoho-teplopostachannia-v-ukraini-potentsial-ta-efektyvnist.

2. Закон України № 2509-IV у редакції від 30.06.2024 р. "Про комбіноване виробництво теплової та електричної енергії (когенерацію) та використання скидного енергопотенціалу". – URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2509-15#Text.

3. Критеріальне оцінювання рівня екологічної безпеки процесу експлуатації енергетичних установок: монографія / С.О. Вамболь, В.В. Вамболь, О.М. Кондратенко, І.В. Міщенко. – Х.: НУЦЗУ, Стиль-Издат (ФОП Бровін О.В.), 2018. – 320 с. – ISBN 978-617-7555-60-4.

ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL SAFETY OF THE OPERATION OF ELECTRIC GENERATORS WITH RECIPROCATING ICE WITH TAKING INTO ACCOUNT THE DECARBONIZATION

Kondratenko O., Yalynych I.
National University of Civil Defence of Ukraine of SES of Ukraine

The development of environmental protection technology (EPT) based on assessing the ecological safety of the operation of electric generators with reciprocating internal combustion engines (RICE) with taking into account decarbonization is an urgent task in view of the need to ensure compliance with the requirements contained in the explanations of the State Agency for Energy Efficiency and Energy Saving of Ukraine on the Government Portal of Ukraine "Energy efficiency and decarbonization are integral components of a successful climate policy", 01.02.2024 (https://www.kmu.gov.ua/news/enerhoefektyvnist-ta-dekarbonizatsiia-nevidiemni-skladovi-uspishnoi-klimatichnoi-polityky) both during times of armed aggression and the post-war reconstruction of the country's critical infrastructure and economy in the historical perspective of ensuring the goals of sustainable development, defined in the Decree of the President of Ukraine No. 722/2019 of 09.30.2019. "On the Sustainable Development Goals of Ukraine for the period up to 2030" [1-2]. The purpose of the study is to develop the EPT based on an assessment of the ecological safety of the operation of electric generators with RICE with taking into account decarbonization as well as relevant recommendations, as a basis for further implementation of the research results into the practice of economic and production activities of an enterprise that uses electric generators to ensure its energy independence in blackout conditions, and ensuring the established level of technogenic and ecological safety. The object of the study is indicators of technogenic and ecological safety of the operation of the enterprise that uses electric generators to ensure its energy independence in blackout conditions, both during times of armed aggression and the post-war reconstruction of the country's critical infrastructure and economy in the historical perspective of ensuring sustainable development goals. The subject of the study is the impact of the developed schemes and composition of EPT on the object of the study.

References:

1. Marchenko A.P. Criteria for assessing the effectiveness of transport power plants decarbonisation in accordance with implementation of the sustainable development concept / A.P. Marchenko, I.V. Parsadanov // Двигуни внутрішнього згоряння. – 2024. – № 1. – С. 3–11. – DOI: 10.20998/0419-8719.2024.1.01.

2. Kondratenko O. Exploring the digital landscape: interdisciplinary perspectives. Monograph. Chapter 5 «Artificial intelligence and innovative educational approaches in digital society». Subsection 5.6. Ecological safety of transport as a component of national security of Ukraine during armed aggression and as a prerequisite for a «green» transition during post-war reconstruction [Electronic resource] (materials of 6th International scientific conference «Digital economy and digital society», Section 6 «Learning for the green and digital transition», Academy of Silesia, Katowice, Poland, April 09–10, 2024) / O. Kondratenko, O. Lytvynenko. – Katowice: The University of Technology in Katowice Press, 2024. – pp. 853–869. – DOI: 10.54264/M036.

CHALLENGES OF INTEGRATING ELECTRIC VEHICLE CHARGING INFRASTRUCTURE INTO ENERGY SYSTEMS WITH A HIGH SHARE OF RENEWABLE ENERGY SOURCES

Meshkov D.

National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

The rapid increase in the number of electric vehicles (EVs), especially in Europe, is reshaping the structure of electricity consumption. According to forecasts, by 2030 the number of EVs will reach tens of millions, placing additional strain on local and distributed energy systems [1]. At the same time, the share of renewable energy sources (RES) - primarily solar and wind - is steadily growing. These two trends- electrification of transport and the rise of «green» energy - pose new challenges for the stability of power grids.

The main issue is the inconsistency of energy consumption by EVs and the high volatility of RES generation, which heavily depends on weather conditions [2]. This overlap of two variable factors demands fundamentally new approaches to network planning and management, particularly regarding the integration of charging infrastructure.

Firstly, new peak loads are emerging. EVs are typically charged in the evening and at night, coinciding with residential peak demand, while solar generation is unavailable during this time. This increases the risk of transformer and distribution line overloads. Secondly, there is a mismatch between generation and consumption profiles: wind and solar power are inherently unstable, necessitating either large-scale energy storage or dynamic charging control strategies. Thirdly, existing distribution networks were not designed to handle such high variability in load. The connection of high-power charging stations without grid upgrades leads to significant operational limitations. Another critical issue is load forecasting: the combination of variable generation and consumption requires the development of adaptive, localized control and prediction systems.

Additionally, local energy storage systems are essential. These can accumulate RES surpluses during low demand periods and release them during peak hours.

In conclusion, integrating EV charging infrastructure into energy systems with a high share of renewables is a complex but solvable task. It requires coordinated solutions in forecasting, smart charging management, energy storage, and grid planning. The sustainable development of both electromobility and renewable energy depends on a comprehensive and adaptive approach.

References:

1. International Energy Agency. Global EV Outlook 2023: Catching up with climate ambitions. Paris: IEA, 2023. [Online]. Available: https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2023

2. European Commission. Renewable Energy Targets under the Revised Renewable Energy Directive (RED III). Brussels, 2023. [Online]. Available: https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive-targets-and-rules/renewable-energy-targets_en

DUTY CYCLE MODEL OF AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE AS PART OF A HYBRID POWER PLANT OF ENGINEERING AND CONSTRUCTION EQUIPMENT

Savchenko A.V.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Today, the task of reducing fuel consumption by power plants of transport units, engineering and construction equipment is relevant. One of the ways to solve this problem is the introduction of hybrid power plants. Traditionally, a hybrid power plant combines an internal combustion engine (ICE), an electric motor, a generator and an electric energy storage. The maximum power of the power plant is provided by the joint operation of the ICE and the electric motor powered by a battery. During periods when high power is not required from the power plant, the ICE charges the battery using a generator. Thus, the load on the ICE can be significantly aligned in time and brought closer to the zone where the lowest specific fuel consumption is achieved.

Most engineering and construction equipment objects are characterized by frequent changes in the load on the power plant within the working cycle and a large number of such working cycles. At the same time there is no need for long-term operation from the battery, and therefore, a battery of relatively small capacity can be used. Chemical batteries are rather poorly suited for operation in such conditions: high charge/discharge current (relative to the battery capacity), a large number of charge/discharge cycles will result in low efficiency and battery life.

Flywheel-based energy storage devices are much more suitable for operation in such conditions. Structurally, they are an electric motor/generator and a flywheel located on the same shaft. The flywheel design is optimized to ensure maximum moment of inertia with minimum mass and fulfillment of strength conditions. The most optimized designs use magnetic bearings and vacuum chambers to reduce friction losses and aerodynamic drag, respectively.

Such a unit is essentially an electric power accumulator with a virtually unlimited number of charge/discharge cycles. The energy density of such accumulator is in the range of 0,36…0,5 MJ/kg (for comparison 0,59…1,06 MJ/kg for lithium-ion battery). The advantages of this method of energy storage also include the ability to operate in a wide temperature range, simple design, high efficiency, environmental friendliness, long service life and a very long lifespan. The disadvantages of energy storage using a flywheel include a relatively high rate of energy dissipation over time (not suitable for long-term energy storage), high mass and gyroscopic moment of the flywheel. It is important to note that these disadvantages will practically not lead to deterioration in the characteristics of engineering and construction equipment.

References:

1. Quan Z., Ge L., Wei Z., Li Y. W., Quan L. A Survey of Powertrain Technologies for Energy-Efficient Heavy-Duty Machinery // Proceedings of the IEEE. – 2021. – Vol. 109, № 3. – P. 279–308. – DOI: 10.1109/JPROC.2021.3051555.

2. Masih-Tehrani M., Ebrahimi-Nejad S., Dahmardeh M. Combined fuel consumption and emission optimization model for heavy construction equipment // Automation in Construction. – 2020. – Vol. 110. – Art. 103007. – DOI: 10.1016/j.autcon.2019.103007.

КОМПЛЕКСНЕ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МЕТОДИК ІНДУСТРІЇ 4.0 У ВИРОБНИЦТВІ ЛИТИХ ДЕТАЛЕЙ ДВЗ

Альохін В.І.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сучасне виробництво литих деталей ДВЗ перебуває на етапі фундаментальних змін, обумовлених необхідністю підвищення ефективності виробничих процесів, зменшення негативного впливу на довкілля та оптимізації ресурсоспоживання. Виробництво повинно впроваджувати важливі технології Індустрії 4.0, такі як комп'ютерне моделювання, адитивні технології та чисельні методи для аналізу сплавів, що є ключовими факторами забезпечення сталого розвитку в цій галузі.

Комп'ютерне моделювання дає змогу створювати високоточні цифрові двійники литих деталей, що дозволяє ще на етапі проєктування оптимізувати параметри лиття та забезпечити мінімізацію виробничих дефектів зі зниженням кількості відходів і скороченим часом розробки нових конструкцій [1].

Адитивні технології відкривають можливості для створення складних геометрій литих деталей та використовуються, як для швидкого створення прототипів, так і для виготовлення ливарних форм. Поєднання адитивних технологій із традиційним видами лиття дозволяє суттєво скоротити витрати сировини та впроваджувати інноваційні конструкційні рішення для литих деталей ДВЗ [2].

Впровадження чисельних методів у виробництво для аналізу сплавів є невід'ємною частиною розвитку і впровадження технологій Індустрії 4.0. Цифрові моделі прогнозування мікроструктурних змін на основі машинного навчання та фізичних симуляцій дають змогу підбирати оптимальні режими термічної обробки, що значно підвищує якість кінцевого виробу [3].

Таким чином, комплексне застосування зазначених технологій Індустрії 4.0 у виробництві литих деталей ДВЗ формує основу для переходу до сталого виробництва, їх поєднання дозволяє мінімізувати відходи, покращити характеристики деталей, підвищити енергоефективність виробничих процесів та скоротити цикл розробки нових конструкцій.

Література:

1. Jabbari, A., & Rosemann, M. (2023). Modeling 4.0: Conceptual Modeling in a Digital Era. Communications of the Association for Information Systems, 53, 1028-1051. DOI: https://doi.org/10.17705/1CAIS.05344

2. Doroshenko, Volodymyr & Mykhnian, O. & Neima, Oleksandr. (2022). Problems and forecasts of the development of additive manufacturing and its use in foundry technologies // Casting of Ukraine, 2022. No. 3-4. pp. 48-52.

3. Князєва Г.О. Переваги та недоліки різних методів досліджень фазово-структурних станів матеріалів (оглядова стаття) / Г. О. Князєва (Постельник) [та ін.] // Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Сер.: Машинознавство та САПР = Bulletin of the National Technical University "KhPI". Ser.: Engineering and CAD: зб. наук. пр. – Харків: НТУ "ХПІ", 2021. – № 2. – С. 51-55.

ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР ГРАНИЧНИХ УМОВ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ВИПУСКНИХ СИСТЕМ ДВИГУНІВ

Білик С.Ю., Носов С.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

На сьогоднішній день двигуни внутрішнього згоряння (ДВЗ) з газотурбінним наддувом є основним джерелом механічної енергії для транспортних та сільськогосподарських машин. Для комерційних двигунів найбільш важливими з точки зору споживача показниками є паливна економічність та вартість двигуна.

Важливо відмітити, що одночасне досягнення максимально високих значень вищезгаданих показників неможливе, оскільки вони є взаємовиключними. Тому на практиці вирішують задачу пошуку оптимуму конструктивно-регулювальних параметрів двигуна. Це в свою чергу потребує проведення широкого кола експериментальних досліджень. Ступінь досконалості процесів газообміну (процесів впуску свіжого заряду і випуску відпрацьованих газів) багато в чому визначає техніко-економічні показники двигуна в цілому. Раціональне профілювання випускних каналів є одним з способів підвищення ККД двигуна за рахунок зниження до мінімуму газодинамічних втрат в випускний системі.

Газодинамічні процеси, що протікають в надпоршневій порожнині чотиритактного двигуна і в суміжних системах повітропостачання і випуску виключно складні, що зумовлює прагнення дослідників застосовувати скінчено-елементні моделі.

Математичні моделі газообміну на основі квазістаціонарного підходу дають хороші результати по точності і інформативності, але в них реалізовані спрощені механізми змішання залишкових газів і свіжого заряду [2].

Метою роботи є математичне моделювання та дослідження процесів у випускному колекторі ДВЗ. Вони можуть бути виконані в середовищі сучасних САПР з використанням скінчено-елементних моделей та відповідних граничних умов, ідентифікованих за результатами експериментальних досліджень.

Література:

1. Дяченко В.Г. Двигуни внутрішнього згоряння: Теорія. Підручник для студентів вищих навчальних закладів. – За ред. А.П. Марченка. – Харків: НТУ «ХПІ», 2008. – 488 с.

2. Хандримайлов А.О. Вдосконалення аеродинамічних характеристик впускних каналів і камери згоряння малолітражних високо обертових дизелів Автореф., ... канд. техн. наук.: 05.05.03 / Хандримайлов А.О. – Харків:., 2008, 18 с.

ЗНИЖЕННЯ ТЕПЛОНАПРУЖЕНОГО СТАНУ ПОРШНЯ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ МАСЛЯНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ

Білик С.Ю., Прокопенко М.В., Сапєлкін Д.Б.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У результаті високої теплонапруженості поршня виникають тріщини кромок камери згоряння, задирання головки поршня, закоксування й пригоряння поршневих кілець і т.д. При згорянні в поршні утворюється температурне поле, досягаючи найбільших значень в області стінок камери згоряння (355…375°С), найменші показники – поверхні (юбка) поршня, що стикається з охолоджуваною гільзою циліндра, а також внутрішньої поверхні юбки, охолоджуваною повітряно-масляною емульсією, що рухається з великою швидкістю усередині порожнини картера, або ж струменями масла при масляному охолодженні. Застосування методу охолодження нижньої сторони поршня струменями масла дозволяє знизити температуру поршня на 30...40°С, що свідчить про високу ефективність даного методу. Однак охолодження поршнів виявляється нерівномірним. Асиметрія температурного поля знижує граничну за температурою поршня ступінь форсування двигуна, працездатність циліндро-поршневої групи (ЦПГ) підвищується менше, ніж можна було б очікувати при рівномірному охолодженні.

Для зниження термічного навантаження поршня в цілому потрібно здійснити оптимізацію температурного стану робочої поверхні поршня шляхом мінімізації температур в зоні кромки камери згоряння і верхнього поршневого кільця, а також теплоперепаду між кромкою і периферією вогневої поверхні днища поршня. З урахуванням вказаного, для зменшення окружних напружень в роботі визначено напрям підвищення ефективності масляного охолодження, який полягає в неоднаковій інтенсивності тепловідведення в масло у різних частинах порожнини. Це дозволяє здійснити вирівнювання температурного поля в коловому напрямку кромки камери згоряння і тим самим зменшити теплонапруженість поршня. Вказане вирівнювання температурного поля може бути реалізовано різною витратою масла в різних частинах порожнини, різною інтенсивністю збовтування, та різною інтенсивністю теплопідведення до порожнини.

Література:

1. Двигуни внутрішнього згоряння: Серія підручників у 6 томах. Т. 1. Розробка конструкцій форсованих двигунів наземних транспортних машин / За ред. Марченко А.П., Рязанцев М.К., Шеховцов А.Ф. – Харків, Прапор, 2004. – 384 с.
2. Тимченко І.І., Гутаревич Ю.Ф., Долганов К.Є., Муждобаев М.Р. Автомобільні двигуни / За ред. І.І. Тимченка. –Харків: Основа, 1995. – 464 с.

ТЕХНОЛОГІЇ ВИКОРИСТАННЯ ДОСТУПНОГО ПАЛИВА В ОБ'ЄКТАХ МАЛОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

Борисенко О.М., Сабадаш П.К.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Мала енергетика – це своєрідний паливно-енергетичний комплекс, який працює з урахуванням локальних потреб у паливі та специфічного енергогенеруючого обладнання. Вона включає: Локальні системи теплогенерації та електрогенерації, розташовані в населених пунктах і на промислових об'єктах. Побутові енергогенеруючі установки, призначені для обслуговування приватних будинків, господарських споруд, невеликих підприємств. Опалювальні та виробничо-опалювальні котельні.

Однією з найважливіших задач сьогодні є розвиток Малої енергетики та впровадження еколого-економічних технологій використання доступного палива, які відповідають сучасному рівню науки й техніки.

Вибір доступного палива для теплогенеруючих пристроїв Малої енергетики – це перший етап вирішення поставленої задачі. В роботі розглянуті питання розвитку Малої енергетики з використанням біопалива. Технології отримання біопалива (біогазу, біометану).

Досвід створення біогазових установок показує, що їх конструкція та технологічні особливості визначаються рядом факторів, серед яких найважливішими є характеристики сировини, її властивості та попередня обробка.

Перед використанням і розподілом вироблений біогаз необхідно переробити в біометан і відокремити від інших компонентів газу.

Біометан використовується для виробництва електроенергії та тепла на ТЕЦ, газових теплових насосах і як паливо для транспортних засобів. Підвищивши концентрацію метану до рівня природного газу, стає можливим розподіляти газ споживачам через існуючу газову мережу та використовувати в існуючих приладах.

ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ АКУМУЛЯТОРНОЇ СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГУНА ШЛЯХОМ ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАСОБІВ МОНІТОРИНГУ ЯКОСТІ ПАЛИВА

Кіценко П.Б., Савченко А.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний університет», м. Харків

Забезпечення надійної та ефективної роботи дизельних двигунів є критично важливим завданням, особливо в умовах змінної якості палива. Низька якість дизельного пального може призводити до передчасного зношення компонентів паливної системи, зниження ефективності згоряння та збільшення викидів шкідливих речовин. Це особливо актуально для акумуляторних систем живлення (Common Rail), які характеризуються високоточними компонентами, чутливими до відхилень у характеристиках пального.

У даній роботі пропонується інтеграція сенсорів для моніторингу фізико-хімічних параметрів палива (таких як в'язкість, щільність, діелектрична проникність) безпосередньо в систему керування двигуном. Це дозволить в режимі реального часу отримувати дані про якість пального та адаптувати робочі параметри двигуна відповідно до отриманої інформації.

Зокрема, використання сенсорів, які вимірюють динамічну в'язкість, щільність та діелектричну проникність палива, може надати комплексне уявлення про його склад та можливі домішки. Дослідження показали, що такі сенсори здатні виявляти відхилення у складі пального, включаючи наявність біодизеля або інших домішок, що впливають на роботу двигуна [1].

Особливу увагу приділено можливості раннього виявлення несанкціонованого або неякісного пального, яке не відповідає вимогам автовиробника. Впровадження системи моніторингу дозволяє своєчасно сигналізувати про використання палива з невідомими або небажаними характеристиками, що дає змогу попередити розвиток критичних несправностей у високотехнологічній паливній апаратурі. Такий підхід значно знижує ризики дороговартісних ремонтів, продовжує ресурс роботи компонентів системи живлення та сприяє дотриманню екологічних норм.

Запропонований підхід також відкриває перспективи для підвищення економічної ефективності експлуатації транспорту. Використання лише палива належної якості зменшує витрати на ремонт, подовжує міжсервісні інтервали та дозволяє точніше прогнозувати технічний стан систем живлення. У поєднанні з інтелектуальними системами керування це може стати основою для нових стандартів діагностики та сервісного обслуговування дизельних транспортних засобів.

Література:

1. Scheider J. C. Fuel composition and quality sensing for diesel engines : дис. – University of Illinois at Urbana-Champaign, 2011.

ПОКРАЩЕННЯ ТЕПЛОНАПРУЖЕНОГО СТАНУ ГОЛОВКИ ЦИЛІНДРУ СЕРЕДНЬООБЕРТОВОГО ДИЗЕЛЯ

Клименко О.М., Марченко А.П., Ліньков О.Ю., Кравченко С.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Оновлення та вдосконалення рухомого складу залізничного транспорту є одним із пріоритетних завдань галузі на сучасному етапі. Особливу увагу у цьому контексті слід приділяти підвищенню надійності та ефективності силових установок тепловозів. Значна частина маневрових і магістральних тепловозів досі експлуатується з дизельними двигунами моделі ЧН26/26.

Досвід тривалої експлуатації двигунів серії ЧН26/26 виявив низку проблемних питань. Однак залишається низка невирішених конструктивних недоліків, серед яких однією з найбільш значущих проблем є передчасне утворення тріщин на вогневому донці головки циліндра (ГЦ), що призводить до зменшення фактичного ресурсу деталі у порівнянні з розрахунковим терміном служби дизеля в цілому.

Попередні дослідження зазначеної проблеми виявили, що на вогневому донці (ГЦ) спостерігається нерівномірне утворення нагару, що суттєво впливає на її температурний стан і прискорює знос. Вдосконалення конструкції має бути направлене на організацію більш ефективного тепловідведення від перегрітих зон і обмеження його в менш нагрітих, з урахуванням особливостей підведення повітря, відведення газів та циркуляції охолоджуючої рідини. Ґрунтуючись на результатах комп'ютерного моделювання та розрахунку теплового стану, було запропоновано нову конструкцію ГЦ, яка зможе забезпечити зниження напружень у критичних зонах ГЦ та підвищення ресурсу конструкції.

ГЦ запропонованої конструкції було виготовлено для проведення експериментального дослідження її температурного стану при експлуатації на магістральному тепловозі; виконується оснащення термопарами.

Для проведення вимірювань розроблено комплекс на базі плати мікроконтролера Arduino Mega 2560. Сигнали від термопар К-типу приймаються через модуль перетворення MAX6675 і записуються одночасно у віддалене сховище й на MicroSD-носій. Для реєстрації режимів роботи дизеля відслідковуються положення контролера машиніста.

Результати експериментального випробування дозволять підвищити точність розробленої математичної моделі та скорегують напрям подальших досліджень.

РОЗРОБКА ПЕРЕСУВНОГО ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО СТЕНДУ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

Кондратенко О.М., Краснов В.А.
Національний університет цивільного захисту України ДСНС України

Актуальність даного дослідження полягає в розробці мобільного випробувального стенду, який дозволяє експериментально досліджувати показники ефективності енергоустановок (ЕУ) з поршневими двигунами внутрішнього згоряння (ПДВЗ), а також ефективність різних виконавчих механізмів у технологіях захисту навколишнього середовища (ТЗНС), спрямованих на захист навколишнього природного середовища від техногенних впливів. До складу одиниць ЕУ з ПДВЗ можуть входити пожежні та аварійно-рятувальні транспортні засоби (ПАРТ), які використовуються ДСНС України, особливо у віддалених районах та прифронтовій зоні. Це вкрай важливо як під час збройної агресії, так і для післявоєнної відбудови критичної інфраструктури [1-3].

Пропонована конструкція стенду включає наступні вимірювальні прилади: п'ятикомпонентний газоаналізатор для вимірювання концентрації незгорілих вуглеводнів (C_nH_m), оксиду вуглецю CO, оксидів азоту NO_x, вуглекислого газу CO_2, кисню O_2 у відпрацьованих газах (ВГ); димомір для визначення непрозорості ВГ; диференціальні U-подібні рідинні манометри для вимірювання перепаду тиску ВГ на вході в виконавчий пристрій ТЗНС і всередині самого пристрою; система вимірювання температури ВГ, робочого текучого середовища та твердотільних виконавчих пристроїв ТЗНС у 6–10 точках; шумомір рівня шуму від роботи ПДВЗ і ТЗНС; датчики стану навколишнього середовища, включаючи барометр-анероїд, ртутний термометр, анемометр і гігрометр. Крім того, є складаний столик для мобільного комп'ютера, який обробляє сигнали від приладів стенду та оцінює на їх основі показники рівня ЕБ за допомогою критеріального математичного аналізу та блок живлення з функціями захисту.

Література:

1. Краснов В.А. Мобільний випробувальний стенд для експериментального дослідження робочих характеристик виконавчих елементів технологій захисту довкілля від впливу поршневих ДВЗ [Текст] / В.А. Краснов, О.М. Кондратенко // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених «Метрологічні аспекти прийняття рішень в умовах роботи на техногенно небезпечних об'єктах» (05.11.2024 р.). – Х.: ХНАДУ, 2024. – С. 60–65.

2. Krasnov V.A. Portable test bench for experimental research of the working characteristics of executive elements of environmental protection technologies against the influence of power plants with reciprocating ICE [Text] / V.A. Krasnov, O.M. Kondratenko // Екологічна безпека в умовах війни: збірник. тез доповідей V Міжнародної науково-практичної конференції (21.11.2024 р.). – Львів: ЛДУБЖД, 2024. – С. 45–47.

3. Кондратенко О.М. Науково-методологічні основи захисту атмосферного повітря від техногенного впливу енергоустановок з поршневими двигунами внутрішнього згоряння: дис. д-ра техн. наук: спец 21.06.01 – екологічна безпека [Рукопис] / Олександр Миколайович Кондратенко. – Харків: Національний університет цивільного захисту України, 2021. – 465 с.

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРОВ ДИХАЛЬНИХ КЛАПАНІВ ЗАПІРНИХ ЕЛЕМЕНТІВ РЕЗЕРВУАРІВ ПІДПРИЄМСТВ ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ РІДКОГО ПАЛИВА ДЛЯ ПОЖЕЖНИХ ТА АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Кондратенко О.М., Мірошниченко Д.Ю.
Національний університет цивільного захисту України ДСНС України

Мета дослідження - удосконалення підходу до визначення параметрів викиду парів моторного палива в навколишнє природне середовище як полютантами, спричиненої явищами великого та малого дихання паливних баків автотранспортних засобів. Проблема дослідження - визначення ефекту врахування викидів парів моторного палива, спричинених явищами великого та малого дихання паливних баків автотранспортних засобів, під час комплексного критеріального оцінювання за стаціонарним стандартизованим випробувальним циклом ESC (відповідно до Правил ЄЕК ООН № 49 [5]) на основі вдосконаленого математичного апарату комплексного паливно-екологічного критерію. Об'єкт дослідження - екологічна безпека процесу експлуатації енергетичних установок, на борту яких зберігається моторне паливо. Предмет дослідження - внесок в показники об'єкта дослідження викиду парів моторного палива, викликаного явищами великого і малого дихання паливних баків.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в наступному. Набув подальшого розвитку підхід до врахування викидів парів моторного палива, спричинених явищами великого та малого дихання паливних баків, при виконанні комплексного критеріального оцінювання показників рівня екологічної безпеки процесу експлуатації енергетичних установок з поршневими двигунами внутрішнього згоряння [1-3].

Література:

1. Assessment of emission of vapors of technical flammable liquids caused by effects of large and small breathing of reservoirs of oil storage enterprise [Text] / O. Kondratenko, H. Polovian, H. Shved, Yu. Tereshchenko, D. Miroshnychenko // Матеріали XXXII Міжнародної науково-практичної конференції «MicroCAD-2024: Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я» (22–25 травня 2024 р., НТУ «ХПІ», м. Харків). – Х.: НТУ «ХПІ», 2024. – С. 149.

2. Оцінка викидів парів технічних легкозаймистих рідин, спричиненого проявами явищ великого та малого дихання резервуарів нафтобаз [Текст] / О. Кондратенко, Г. Полов'ян, А. Швед, Ю. Терещенко, Д. Мірошниченко // Збірник матеріалів IV Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції з нагоди відзначення Дня науки-2024 в Україні «Актуальність та особливості наукових досліджень в умовах воєнного стану» (22 травня 2024 р., ДНДІ МВС України, м. Київ). – К.: ДНДІ МВС України, 2024. – С. 261–262.

3. Кондратенко О.М. Науково-методологічні основи захисту атмосферного повітря від техногенного впливу енергоустановок з поршневими двигунами внутрішнього згоряння: дис. д-ра техн. наук: спец 21.06.01 – екологічна безпека [Рукопис] / Олександр Миколайович Кондратенко. – Харків: Національний університет цивільного захисту України, 2021. – 465 с.

МОДЕЛЮВАННЯ ОЧИЩЕННЯ ГАЗОПОДІБНОГО ВОДНЮ ВІД СУПРОВОДНИХ ДОМІШОК З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТАЛОГІДРИДНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Кондратенко О.М., Умеренкова К.Р., Литвиненко О.О.
Національний університет цивільного захисту України ДСНС України

У доповіді проаналізовано системи генерації, очищення, транспортування та зберігання газоподібного водню як альтернативного відновлюваного джерела енергії для забезпечення рівня екологічної безпеки електростанцій процесу експлуатації поршневих двигунів внутрішнього згоряння. Актуальними є дослідження термодинамічних параметрів водню як альтернативного екологічно чистого палива [1,2]. Метою роботи є удосконалення опису процесу очищення газоподібного водню від супутніх домішок під час його продукування, зберігання та транспортування за результатами аналізу математичного моделювання з використанням вдосконаленого математичного апарату на основі модифікованої термодинамічної теорії збурень. Проблемою дослідження є недосконаліть існуючого математичного апарату для опису процесів очищення газоподібного водню як промислового продукту та відновлюваного екологічно безпечного енергоносія за допомогою сорбційних металогідридних технологій на основі $TiMn_{1,5}$. Ідея дослідження полягає у розробці переліку рекомендацій та організаційно-технічних заходів щодо отримання газоподібного водню надвисокої чистоти в природоохоронних технологіях шляхом підвищення адекватності математичного опису процесів сорбції-десорбції його інтерметалічних сполук $TiMn_{1,5}$. Завданням дослідження є адаптація математичного апарату модифікованої термодинамічної теорії збурень для опису процесу селективної сорбції водню гідридами металів із газових сумішей, отриманих під час його виробництва, зберігання та транспортування. Об'єктом дослідження є сорбційні процеси в металогідридних технологіях очищення газоподібного водню як альтернативного палива на основі $TiMn_{1,5}$. Предметом дослідження є математичний опис перебігу процесів сорбції водню інтерметалічними сполуками типу $TiMn_{1,5}$ при очищенні його від газових домішок.

Дослідження виконано в рамках НДР кафедри ТЗНС ННІ УтаБН НУЦЗ України ДСНС України «Розробка методики комплексної оцінки впливу експлуатації та застосування спеціальної техніки на довкілля в умовах воєнної агресії» (№ ДР 0124U000374, 01.2024–12.2026). При цьому використовувалися матеріали бібліотечної системи VCU в рамках участі в програмі Non-Resident Academic Associates y College of Humanities and Sciences at Virginia Commonwealth University and the Davis Center for Eurasian Studies at Harvard University y 2024–2025 н.р.

Література:

1. Ensuring ecological and fire safety during the operation of motor vehicles based on piston pneumatic and cryo engines using nitrogen / O.M. Kondratenko, K.R. Umerenkova, A.M. Lievtierov, O.P. Strokov, V.Yu. Koloskov, O.O. Lytvynenko // Двигуни внутрішнього згоряння. – Х: НТУ «ХПІ», 2024. – № 1. – pp. 76–83.

2. Using of Hydrogen Sorbtion Storing Technology based on Metal Hydrides for Cooling of High-Power Electric Generators with Steam Turbines / K. Umerenkova, O. Kondratenko, H. Koloskova, O. Lytvynenko, V. Borysenko // Advances in Science and Technology. – 2024. – Vol 156. – pp. 103–115.

УЗГОДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК, ЩО ОТРИМАНО ПРИ ВИПРОБУВАННІ МОДЕЛЬНИХ ТУРБІННИХ СТУПЕНІВ ВЕЛИКОЇ ВІЯЛОВОСТІ З ХАРАКТЕРИСТИКАМИ НАТУРНИХ СТУПЕНІВ

Котульський Р.О.

Інститут енергетичних машин і систем ім. А. М. Підгорного НАН України, м. Харків

В роботі визначено залежності, які дозволяють використовувати енергетичні характеристики парових турбін, що отримані при стендових випробуваннях в умовах нестисненого повітряного робочого середовища, для оцінки характеристик натурних ступенів

На основі рівняння збереження в одновимірній постановці отримано залежності для оцінки теплоперепаду $H_{\text{ст}}^{\text{опт}}$, відносин швидкостей $(u/C_0)_{\text{опт}}$ та степеня реактивності ρ_0 для оптимальних режимів з використанням параметрів робочого середовища на середньому діаметрі ступеня.

Характеристики робочого середовища: для моделі повітря показник адіабати k = 1,4, газова постійна $R_{\text{п}}$ = 287,15 Дж/кг; для парового ступеня (насичена пара) показник адіабати k = 1,135, газова постійна $R_{\text{нп}}$ = 460,5 Дж/кг.

Теплоперепад, який спрацьовується у ступені парової турбіни відповідно до ізоентропного процесу та рівняння збереження енергії, надається як

$$H_{\text{ст}} = 3{,}852\frac{T_{0\text{ст}}^*}{T_{0\text{мод}}^*}\cdot\frac{\left[1-(P_2/P_0^*)^{0{,}119}\right]_{\text{ст}}}{\left[1-(P_2/P_0^*)^{0{,}2857}\right]_{\text{мод}}}\cdot H_{\text{мод}},$$

де T_0^*, P_0^* – температура та тиск загальмованого потоку перед ступенем, P_2 – тиск робочого середовища за ступенем.

Характеристичне число ступеня $(u/C_0)_{\text{ст}}$ при оптимальному $(u/C_0)_{\text{мод}}$ модельного ступеня визначається як

$$\left(\frac{u}{C_0}\right)_{\text{ст}}^{\text{опт}} = 0{,}5093\cdot\frac{u_{\text{сер ст}}}{u_{\text{сер мод}}}\cdot\sqrt{\frac{T_{0\text{ст}}^*}{T_{0\text{мод}}^*}}\cdot\sqrt{\frac{\left[1-(P_2/P_0^*)^{0{,}2857}\right]_{\text{мод}}}{\left[1-(P_2/P_0^*)^{0{,}119}\right]_{\text{ст}}}},$$

де u – окружна швидкість робочого колеса на середньому діаметрі.

Для визначення степеня реактивності ступеня заданої геометрії на основі викладок В. М. Капіноса [1] отримано рівняння

$$\rho_0 = 1 - 0{,}560\cdot\frac{sin\beta_2}{sin\alpha_1}\cdot\frac{v_{1t}}{v_{2t}},$$

де α_1 та β_2 – кути виходу потоку на середньому діаметрі із напрямного та робочого апаратів.

Відношення питомих об'ємів на середньому діаметрі перед робочим колесом v_{1t} і за ним v_{2t} залежить від степеня реактивності і визначається ітераціями.

Література:

1. Капинос В. М., Гаркуша А. В. Змінний режим роботи парових турбін. Харків: Вища школа. 1989. 173 с.

ВПРОВАДЖЕННЯ АДИТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ВИРОБНИЦТВО ДЕТАЛЕЙ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

Кравченко С.С., Лал А.Г., Ободець Д.К.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Технології завжди були рушійною силою прогресу в суспільстві та світі загалом. Сьогодні вони визначають успіх економіки та положення у постійно змінюваному світі. Таким чином, більшість галузей сучасної світової економіки не можна уявити без розвитку високих технологій. Нові відкриття та модернізовані галузі виробництва активно змінюють світ, використовуючи робототехніку, телекомунікації, нанотехнології, електроніку та інше.

В енергетичному машинобудуванні одну з ключових ролей відіграють силові установки на базі двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ), які сьогодні використовуються на підприємствах цивільного та військового секторів і мають важливе стратегічне значення.

Високі вимоги до одного з основних елементів таких установок – ДВЗ – як з точки зору експлуатаційних властивостей, так і з точки зору забезпечення надійності роботи в надзвичайно важких умовах експлуатації піднімають питання про розробку сучасних технологій виготовлення ДВЗ та їх компонентів, а також підготовки виробництва. Вибір методу виготовлення у цьому випадку відіграє вирішальну роль і впливає на техніко-економічні показники.

Проаналізовані існуючі методи виготовлення деталей для двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ), що охоплюють безліч способів отримання ливарних заготовок. Відливки можуть бути створені в піщано-глинистих формах, формах із холоднотвердіючих сумішей, кокілях, за виплавлюваними моделями, під тиском і так далі.

В даному дослідженні описано найбільш економічний, продуктивний і простий метод, заснований на цифрових та адитивних технологіях виробництва, що забезпечує високу якість виготовлюваних деталей/вузлів ДВЗ. Наведено результати впровадження цих технологій на прикладі виготовлення ливарної заготовки циліндрів двотактного двигуна з повітряною системою охолодження.

Для виготовлення деталей прототипу ДВЗ обрано адитивний метод виробництва, заснований на Binder Jetting/Ink-Jet-технології, що використовує впорскування зв'язувального реагенту (використовується у принтерах компаній ExOne, ZCorporation, VoxelJet для отримання ливарних моделей і піщаних синтез-форм).

Дослідження виконано за грантової підтримки Національного фонду досліджень України в рамках проєкту 2023.04/0124 «Поліпшення тактико-технічних характеристик вітчизняних БПЛА шляхом розробки авіаційного двигуна з перспективними показниками питомої потужності». The research was carried out with the grant support of the National Research Foundation of Ukraine within the framework of the project 2023.04/0124 "Improving the tactical and technical characteristics of domestic UAVs by developing an aircraft engine with promising specific power indicators."

ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ДИЗЕЛЯ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Кравченко С.С.[1], Таланін Д.С.[2], Морозов Є.А.[1],
[1]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,
[2]Харківський автотранспортний фаховий коледж, м. Харків

Сьогодні модернізація силових установок на основі дизелів УТД-20, зважаючи на основне призначення, є особливо актуальним питанням. Дизель УТД-20 має V-подібний кривошипно-шатунний механізм з кутом розвалу циліндрів 120º з центрально-зчленованими шатунами в складі вильчатого (зовнішній) і центрального (внутрішній).

Недоліками такого типу зчленування шатунів дворядного двигуна є:

1. Мала жорсткість кривошипної головки вильчатого шатуна.

2. Складність конструкції і забезпечення змащення шатунного підшипника, що має додаткову (зовнішню) площину тертя. Це призводить до ненадійної роботи підшипника та, як наслідок, зменшенню ресурсу двигуна.

Для виключення зазначених недоліків пропонується конструктивне рішення у вигляді зчленованих шарнірно головного і причіпного шатунів.

Такий тип зчленування шатунів, в порівнянні зі штатним, центральним, матиме такі переваги:

1. Спрощення конструкції шатунного підшипника, який тепер складається з двох частин – типова конструкція підшипника ковзання. Це також дозволить поліпшити умови його змащення.

2. Збільшення площі опорної поверхні шатунного підшипника, що дозволить підвищити його несучу здатність для забезпечення запасу міцності.

В результаті виконаних попереднього кінематичного розрахунку та ескізного проектування конструкції зчленованих шатунів для двигуна УТД-20 отримані такі основні параметри пропонованої конструкції: загальна маса вузла близько 11 кг; хід поршня в боковому циліндрі 159,9 мм; кут заклинювання вушка причіпного шатуна – 128,25 град.; радіус центру вушка – 75 мм; довжина причіпного шатуна – 195 мм (прийнята з умови забезпечення рівного по циліндрах ступеня стиску – 16 одиниць); кут відставання роботи бокового циліндра від головного – 122,2 град.

Виконаний динамічний розрахунок КШМ показав, що максимальна бокова сила у головному циліндрі по зрівнянню зі штатним шатуном збільшується у 5 разів, а у боковому – у два рази. Це може призвести до погіршення умов роботи кільцевого ущільнення та збільшити тертя тронка поршня у циліндрі.

Внаслідок різної кінематики поршнів зазнає змін й крутний момент у відсіку. При цьому середній крутний момент у порівнянні зі штатною конструкцією зменшується на 3,5% (з 368 Н·м до 355 Н·м на номінальному режимі). Показано, що при застосуванні нової конструкції шатунів нерівномірність крутного моменту зростає, що призведе до збільшення нерівномірності обертання колінчастого валу, а значить вимагатиме встановлення більш масивного маховика.

ВПЛИВ ГІБРИДНИХ СИЛОВИХ УСТАНОВОК НА ЕКОЛОГІЮ ВЕЛИКИХ МІСТ

Кравченко С.С., Чучуменко Б.С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сучасні мегаполіси стикаються з серйозними екологічними проблемами, зумовленими високою щільністю автомобільного транспорту. Основними джерелами забруднення повітря є викиди продуктів згоряння пального: оксидів азоту (NO_x), вуглекислого газу (CO_2), твердих частинок і незгорілих вуглеводнів. У цьому контексті гібридні автомобілі розглядаються як ефективний інструмент зниження негативного впливу транспорту на довкілля.

Гібридна силова установка (ГСУ) поєднує в собі двигун внутрішнього згоряння (ДВЗ) та електропривід, що дозволяє гнучко керувати режимами роботи автомобіля. Зокрема, під час руху в умовах міського циклу (часті зупинки, низькі швидкості, розгони) гібрид може використовувати лише електротягу або підтримувати ДВЗ в оптимальному режимі, мінімізуючи витрати пального й викиди.

Однією з переваг гібридів є те, що для заряджання батареї не обов'язково підключатись до електромережі – енергія відновлюється під час гальмування (рекуперація) та за рахунок роботи ДВЗ. Це особливо актуально для так званих самозарядних гібридів, які не залежать від зовнішніх джерел електроенергії. Таким чином, у регіонах, де електроенергія переважно виробляється на ТЕЦ або з вугілля, гібридні автомобілі можуть виявитися екологічно чистішими, ніж електромобілі, що заряджаються від забруднюючих джерел.

Станом на 2024 рік середні викиди CO_2 при генерації 1 кВт·год електроенергії у світі становлять близько 445 г. За таких умов електромобіль Volkswagen e-Golf, має реальні викиди 111,25 г CO_2/км (з урахуванням енерговитрат на зарядку). Натомість гібридний Toyota Prius має офіційний показник викидів 76 г CO_2/км. Щоб електромобіль досяг такого ж рівня екологічності, глобальні викиди при виробництві електроенергії мали б знизитись до 303 г CO_2/кВт·год або нижче.

Крім того, гібриди сприяють зниженню шумового забруднення, адже в електричному режимі працюють практично безшумно. Це важливо для нічного часу доби й густонаселених районів.

Отже, впровадження гібридних силових установок у транспортній інфраструктурі великих міст є ефективним кроком на шляху до зменшення екологічного навантаження, покращення якості повітря та здоров'я населення. А в умовах «брудної» генерації – це ще й раціональніша альтернатива повністю електричному транспорту, принаймні на найближчу перспективу.

Література:

1. Electricity 2025. Analysis and forecast to 2027 – Available at: https://iea.blob.core.windows.net/assets/0f028d5f-26b1-47ca-ad2a-5ca3103d070a/Electricity2025.pdf

ВИБІР МЕТОДУ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ВТРАТ МАЛОЛІТРАЖНИХ ДВИГУНІВ

Кузьменко А.П.[1], Білик С.Ю.[2], Кузьменко С.С.[2]

[1] Харківський національний автомобільно-дорожній університет,

[2] Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» м. Харків

На сьогоднішній день існує ряд методів для визначення механічних втрат в двигунах внутрішнього згоряння, а саме: прокручування колінчастого валу від стороннього джерела, екстраполяція навантажувальної характеристики, індиціювання двигуна, метод вибігу а також по витраті палива на холостому ході.

Однак як показує практика не завжди один і той самий метод дає достовірні результати у випадку застосування до тих чи інших типів двигунів, або не може бути застосований через складнощі пов'язані з особливостями самого двигуна. Метою даної роботи є вибір методу визначення механічних втрат малолітражних двигунів що застосовуються в засобах малої механізації.

Двигуни малої механізації з робочим об'ємом менше 250 см^3 найчастіше виготовляються одноциліндровими і як відомо в таких двигунах механічні втрати, що складаються з втрат на тертя, гідравлічних втрат і втрат на привід допоміжних механізмів, приходяться на один циліндр. Однак аналіз літературних джерел не дає чіткої відповіді щодо однозначної методики яка дозволила б визначати механічні втрати двигунів малої механізації користуючись розрахунковими формулами. Дана проблема також актуальна при дослідженні двигуна HONDA GX25, який застосовується в якості силової установки для засобів малої механізації а також в боліді ХАДІ-34.

В роботі запропоновано використовувати метод прокручування колінчастого валу від стороннього джерела.

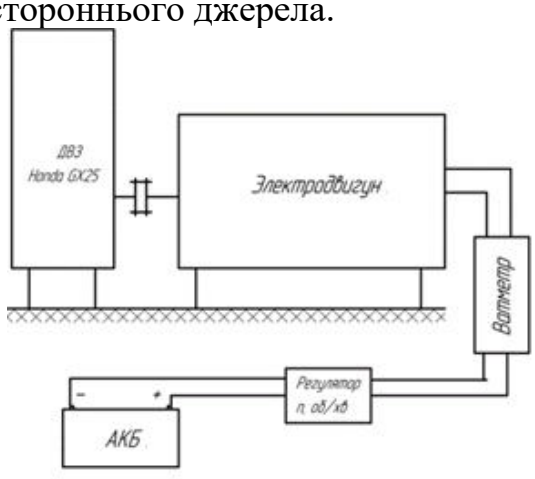


Рисунок 1 – Схема експериментальної установки для дослідження механічних втрат малолітражних двигунів методом прокручування

В схему включено електронний прилад – ватметр PZEM 015, який дозволяє в режимі реального часу визначати кількість енергії що витрачається електродвигуном під час прокручування колінчастого валу. Такий підхід дозволяє скоротити час на визначення механічних втрат в подібних типах двигунів.

ВИБІР ТА ОБГРУНТУВАННЯ ДАТЧИКУ ТИСКУ ДЛЯ СИСТЕМИ МОНІТОРІНГУ ПАЛИВНИХ ФОРСУНОК ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГУНА

Ліньков О.Ю., Шевченко О.С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Моніторинг тиску в паливних системах дизельних двигунів, потребує точного та швидкого вимірювання для виявлення несправностей інжекторів. Частота вибірки має бути не менше 1000 Гц, що дозволяє виявляти динамічні аномалії, зокрема забруднення або знос елементів системи. Одним із ключових елементів такої системи є датчик тиску, що має відповідати ряду вимог щодо діапазону, точності, інтерфейсу та стійкості до впливів навколишнього середовища.

Основні вимоги до датчика:

– Діапазон вимірювання: не менше 0–180 МПа;

– Частота відгуку: ≥1000 Гц;

– Точність: не гірше ±0.5–1%;

– Інтерфейс: аналоговий вихід (0.5–4.5 В);

– Робоча температура: –40°C – +125°C;

У ході аналізу розглядалися п'ять моделей датчиків, зокрема TE Connectivity AST2000, Keller Series 7LHP, Bosch 0281006188, Bosch 0281006327 і Delphi Common Rail. Усі моделі мають різний діапазон вимірювання, точність, частоту відгуку та інтерфейс. Найкращі показники за всіма параметрами має Keller Series 7LHP (частота до 5000 Гц, діапазон до 200 Мпа), проте складність інтеграції та висока ціна обмежують його використання.

Оптимальним варіантом з урахуванням співвідношення ціна/якість є Bosch 0281006188. Цей датчик має аналоговий вихід 0.5–4.5 В, працює в діапазоні до 180 Мпа, забезпечує достатню частоту та точність для діагностики паливних форсунок. Для підключення до ADC Arduino Portenta H7 (який підтримує до 3.3 В на вході) використовується дільник напруги на прецизійних резисторах. Для компенсації температурного дрейфу та зниження впливу шумів використовувати резистори з допуском ±0.1% та температурним коефіцієнтом не більше 50 ppm/°C, а також паралельний конденсатор для фільтрації сигналу.

Висновки

У результаті проведеного аналізу встановлено, що для ефективного моніторингу тиску в системах паливоподачі дизельних двигунів необхідно застосовувати датчики з високою частотою відгуку, широким діапазоном вимірювання, достатньою точністю та аналоговим виходом. Враховуючи технічні та економічні параметри, найбільш доцільним вибором є датчик Bosch 0281006188, який відповідає вимогам до інтеграції з Arduino Portenta H7. Застосування дільника напруги, прецизійних компонентів та відповідних фільтрів дозволяє забезпечити стабільну та надійну роботу системи у широкому діапазоні умов експлуатації.

УТИЛІЗАЦІЯ ТЕПЛА ЯК КЛЮЧОВИЙ КОМПОНЕНТ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МІНІ-ТЕЦ НА БАЗІ СТАЦІОНАРНОГО ДВИГУНА В СИСТЕМАХ ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ТЕПЛОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Майданюк С.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Розвиток галузі вимагає інноваційних рішень у сфері проектування, матеріалів та експлуатації енергетичних машин. Одним із таких рішень є впровадження когенераційних установок на основі газових мотор-генераторів. Сучасні системи децентралізованого теплопостачання на базі 11ГД100М стикаються з проблемою низького загального ККД (40–45%) через втрати тепла. Утилізація вторинних енергоресурсів дозволяє досягти 85–90% енергоефективності, що особливо актуально для:

- медичних закладів (стабільне теплове навантаження 24/7);
- житлових мікрорайонів (покриття пікових навантажень у зимовий період);
- промислових об'єктів (використання технологічної пари).

КПД газових двигунів може бути суттєво підвищена за рахунок утилізації теплоти відпрацьованих газів, охолоджуючої рідини та мастила. Так, якщо ККД двигуна становить 32–42%, то при використанні теплоти, що відводиться з охолоджуючою рідиною та відпрацьованими газами, за даними науково-технічної літератури, загальний ККД енергетичної установки може сягати 92 % (електрика + тепло) [1]. Однак, на нашу думку, цей показник викликає сумніви і потребує уточнення. Тому проведемо кількісну оцінку двох систем утилізації тепла: бойлерної системи та системи дожигу відпрацьованих газів у котлах-утилізаторах, які застосовуються в когенераційних установках на основі стаціонарного газового мотор-генератора 11ГД100М та парового котла ДКВ 10.

Когенераційні установки на основі двотактних газових мотор-генераторів із дожигом кисню у відпрацьованих газах (котли-утилізатори) мають вищу енергоефективність та економічність порівняно з аналогами на чотиритактних двигунах із бойлерною системою утилізації тепла. Використання котла-утилізатора з подачею атмосферного повітря до топки забезпечує подачу теплової енергії споживачам навіть при зупинці газомоторного генератора.

Література:

1. Proceedings of the Conference, pp. 45-58 (ISSN 2345-6789). https://www.researchgate.net/publication/372127013_Energy_efficiency_in_healthcare_institutions

2. Л.М. Крутий, Є.Г. Заславський, Когенераційні установки на базі газових мотор-генераторів / Науково-технічний збірник №58, 2004 р., с. 112–113

3. Клименко В. М. Когенераційні системи з тепловими двигунами: довідковий посібник. – У 3-х частинах / Клименко В. М., Мазур О. І., Сабашук П. П.; за ред. О. І. Мазура; Ін-т прикладних досліджень в енергетиці. – К.: ІПЦ АЛКОН НАН України, 2008 – . ISBN 978-966-8449-25-3

ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР ПАРАМЕТРІВ ГАЗОТУРБІННОГО НАДДУВУ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МАКСИМАЛЬНОГО ПРИРОСТУ ПОТУЖНОСТІ ПРИ МІНІМАЛЬНИХ ВТРАТАХ

Марченко А.П., Білик С.Ю., Юрченко О.Ю.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Розвиток і вдосконалення двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) потребують збільшення їх потужності, що можливо досягти за допомогою наддуву. Це дає змогу підвищити потужність без значного збільшення ваги, габаритів та вартості двигуна, а також зменшити викиди шкідливих речовин і покращити паливну економічність.

Сучасні атмосферні ДВЗ досягли високого рівня ефективності завдяки поглибленому проектуванню з використанням складних розрахункових моделей і тривалої експериментальної перевірки. Отже, можливості подальшого збільшення потужності за традиційними методами обмежені. Використання наддуву дозволяє значно підвищити потужність та крутний момент двигуна при порівняно невеликому ускладненні конструкції та збільшенні вартості.

При виборі системи наддуву потрібно враховувати конструкцію двигуна та його режими роботи в транспортному засобі. Вибір типу системи наддуву (механічний, газотурбінний, комбінований) залежить від цих факторів, і в деяких випадках можуть застосовуватися спеціальні системи наддуву, такі як Гіпербар, двоступеневий наддув, силова турбіна, хвильовий обмінник тиску Компрекс.

У випадку швидкохідних ДВЗ рекомендується використовувати комплексні рішення: систему регулювання наддуву, оскільки тиск наддуву значно зростає зі збільшенням частоти обертання, конструкторам слід визначити необхідність регулювання наддуву та вибрати відповідну систему для кожного конкретного двигуна та застосування силових турбін у тандемі з вільним турбокомпресором, для утилізації збиткової роботи відпрацьованих газів ДВЗ на режимах номінальної потужності. При проектуванні таких систем слід враховувати досвід при проектуванні подібних розробок кафедри двигунів та гібридних енергетичних установок.

Література:

1. Двигуни внутрішнього згоряння: Серія підручників у 6 томах. Т.1. Розробка конструкцій форсованих двигунів наземних транспортних машин. / За редакцією проф. А.П. Марченка, засл. діяча науки України, проф. А.Ф. Шеховцова – Харків: Видавн. центр НТУ "ХПІ", 2004. – 491 с.

2. Абрамчук Ф.І., Гутаревич Ю.Ф., Долганов К.Є., Тимченко І.І. Автомобільні двигуни. Підручник. - 3-тє видання. Київ: Арістей, 2006. ... – К.: Арістей, 2004.

ДОБАВКА ВОДНЮ В ДВИГУНАХ З ІСКРОВИМ ЗАПАЛЮВАННЯМ – ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ШЛЯХ ДО ЕКОЛОГІЗАЦІЇ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

Марченко А.П., Міщенко М.Т., Міщенко С.Г.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Наземний транспорт в сучасних умовах розвитку технологій постає одним з основних джерел парникових газів. ЄС до 2050 року прагне скоротити шкідливі для навколишнього середовища викиди на 90%, що можливе за умови широкомасштабного впровадження стратегій декарбонізації, альтернативного палива та цифрових технологій. Європейська зелена угода та Цілі сталого розвитку ООН задають вектор змін. Україна поступово адаптує власні транспортні системи до екологічних стандартів через нормативні акти та інноваційні проєкти, зокрема ініціативи НТУ «ХПІ». Сучасні технології Індустрії 4.0 дозволяють інтегрувати автоматизовані системи керування, що знижує енергоспоживання та сприяє точнішому моніторингу викидів. Індустрія 5.0 акцентує увагу на синергії між людиною і технологіями, забезпечуючи персоналізований та екологічно збалансований розвиток. Водень і біопаливо виступають ключовими кандидатами на заміну традиційному паливу. Водень забезпечує нульові викиди CO_2 та високу енергетичну ефективність. Біопаливо є перспективним у контексті замкненого циклу переробки. Додавання водню до бензину знижує викиди CO_2 до 22% [1]. Водень вирізняється високою теплотою згоряння, нульовими викидами CO_2 і потенціалом для інтеграції у промисловість і транспорт. Біопаливо (біодизель, тверда біомаса), також, розглядається як ефективне рішення, з урахуванням впровадження замкнутих екологічних циклів, таких як переробка відходів у паливо. Новітні розробки водневих опозитно-поршневих двигунів (H2 OPE) демонструють високі показники ефективності та відповідають суворим екостандартам.

Хоча електротранспорт вважається основною альтернативою, слід зазначити, що значну частку викидів CO_2 спричиняє виробництво електроенергії. Недооцінка цього аспекту призводить до популістичних рішень без належної техніко-економічної обґрунтованості. Відсутність глобальних методологій декарбонізації є перешкодою для досягнення сталих результатів. Декарбонізація транспортної галузі потребує комплексного підходу: від впровадження альтернативних паливних технологій до цифровізації систем управління транспортом. Необхідно продовжувати наукові дослідження, модернізувати існуючі ДВЗ, впроваджувати інтелектуальні системи управління та адаптувати законодавчу базу до міжнародних екологічних стандартів.

Література:

1. Depczyński, W., Marchenko, A., Mishchenko, S., & Mishchenko, M. (2025). The effect of hydrogen addition to traditional petrol engine fuel in a hybrid power plant on its environmental performance and fuel efficiency. *Combustion Engines*, *200*(1), 87-94.

ПОКРАЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ДВОТАКТНОГО ДВИГУНА БПЛА З КРИВОШИПНО-КАМЕРНОЮ ПРОДУВКОЮ ШЛЯХОМ ІМПЛЕМЕНТАЦІЇ ЕЛЕКТРОННОЇ СИСТЕМИ ВПОРСКУВАННЯ ПАЛИВА

Ободець Д.К., Кравченко С.С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Високі показники питомої потужності та простота конструкції двотактних двигунів з кривошипно-камерною продувкою обумовили їх широке використання в малих та середніх БПЛА. Основним показником ефективності стала питома витрата палива, що в свою чергу є показником дальності польоту БПЛА.

В роботі розглядається спосіб підвищення ефективності енергетичної установки за рахунок впровадження електронної системи впорскування палива. Система побудована на базі мікроконтролерного пристрою, який отримує показники з датчиків двигуна та формує керуючий імпульс на форсунку двигуна. Особливість конструкції полягає у використанні спеціалізованих інтерфейсних мікросхем, що дозволяють зменшити навантаження на мікроконтролер та збільшити функціонал блоку керування. Одною з таких мікросхем є MC33812 [1] спеціально розроблена компанією NXP для застосування в блоках керування 2-х та 4-х тактних двигунах. Вона поєднує в собі регулятор напруги, драйвери виконавчих механізмів та має можливість робити діагностику виконавчих пристроїв на наявність обриву або короткого замикання. Крім того, в роботі розглянуті відомі алгоритми розрахунку необхідної кількості палива і обґрунтовано використання метода Alpha-N з корегуючими стратегіями, оскільки він має перевагу внаслідок простоти реалізації та хорошого відгуку при прискоренні/гальмуванні.

Наразі створений прототип блока керування на друкованій платі та програмне забезпечення в середовищі LabView для налаштування блоку та відслідковування його параметрів в роботі. Для налагодження алгоритмів та оцінки роботи блока керування впорскуванням палива був створений безмоторний стенд.

Отримані результати свідчать, що технологія керування паливоподачею за допомогою мікроконтроллерних пристроїв дає змогу значно покращити ефективні показники двигуна. Запропоноване рішення дозволяє зменшити питому витрату палива, корегувати подачу палива в залежності від умов навколишнього середовища та теплового стану двигуна. Крім того, очікується покращення експлуатаційних показників – полегшений запуск двигуна та відсутність обмерзання впускної системи, що є типовими проблемами при застосуванні карбюраторних систем.

Дослідження виконано за грантової підтримки Національного фонду досліджень України в рамках проєкту 2023.04/0124 «Поліпшення тактико-технічних характеристик вітчизняних БПЛА шляхом розробки авіаційного двигуна з перспективними показниками питомої потужності». The research was carried out with the grant support of the National Research Foundation of Ukraine within the framework of the project 2023.04/0124 "Improving the tactical and technical characteristics of domestic UAVs by developing an aircraft engine with promising specific power indicators."

Література

1. Multifunctional Ignition and Injector Driver 33812 NXP Semiconductors Data sheet: Technical Data – Режим доступа https://www.nxp.com/docs/en/data-sheet/MC33812.pdf

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ПОНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В УКРАЇНІ

Омельченко І.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Історія розвитку цивілізації переконливо демонструє, що рівень добробуту країн, технологічна досконаліть, продуктивність праці, а також економічна і політична стабільність безпосередньо залежать від обсягів виробництва та споживання енергії. Традиційно основою енергетики були викопні види палива: вугілля, нафта, природний газ. Проте їх запаси вичерпуються, а процес використання супроводжується суттєвим забрудненням довкілля та глобальними ризиками для майбутнього планети.

Необхідність переходу до поновлюваних джерел енергії в умовах глобального зростання енергоспоживання та вичерпання невідновлюваних ресурсів дедалі актуальнішим стає використання альтернативних поновлюваних джерел енергії (ПДЕ). До ПДЕ належать сонячна, вітрова, гідро, геотермальна енергія, біомаса. Вони не тільки забезпечують стабільне постачання енергії, а й сприяють зниженню рівня викидів парникових газів та зменшенню екологічного навантаження.

Проблеми традиційної енергетики в умовах повномасштабної війни виклик для енергетичної безпеки України. Захоплення та знищення енергетичної інфраструктури, обмеження імпорту енергоносіїв та економічна дестабілізація посилили необхідність переходу до енергонезалежності. У цьому контексті ПДЕ є важливим інструментом для зменшення залежності від імпортованого палива та підвищення стійкості енергетичної системи.

Вітроенергетика - приклад перспективного напряму. Близько 1 % сонячної енергії, що надходить на Землю, перетворюється на кінетичну енергію вітру. Вітроенергетичні установки дозволяють перетворювати цю енергію на електричну.

Інвестування в зелену енергетику сприятиме енергонезалежності, створенню нових робочих місць і стійкому розвитку держави.

ПОЛІПШЕННЯ ТЕПЛООБМІНУ МІЖ РОБОЧИМ ТІЛОМ ТА ПОВЕРХНЕЮ ПОРШНЯ ДИЗЕЛЯ З ОБ'ЄМНО-ПЛІВКОВИМ СУМІШОУТВОРЕННЯМ

Пильов В.В., Кунденко М.П., Литовченко Н.Є., Петренко О.Є.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Високі показники паливної економічності, низької емісії шкідливих викидів дизеля та надійності критичних зон поршня забезпечують узгодженням геометрії камери згоряння (КЗ), руху повітря в КЗ, характеристик подачі палива з урахуванням величини надпоршневого зазору, матеріалу поршня, локального нестаціонарного високочастотного теплообміну поверхнею вогневого денця поршня та локального стаціонарного теплообміну іншими поверхнями поршня. Найбільш розповсюдженими матеріалами поршнів є алюмінієві сплави, які поряд з комплексом позитивних властивостей за недолік мають високу термічну інерційність $\lambda_{рс}$. Цей недолік зумовлює наявність локальних зон зменшення температури поверхні КЗ. Основними з них є зона периферії вогневого денця, що утворює надпоршневий зазор, та – для двигунів з об'ємно-плівковим сумішоутворенням – зони формування та випаровування плям паливних плівок заглибленою в поршні поверхнею КЗ. Низька температура поверхні КЗ в означених зонах провокує обриви реакцій горіння, що спричиняє утворення продуктів неповного згоряння, у тому числі твердих часток, призводить до виникнення локальних нагароутворень поверхнею КЗ, змінює умови теплообміну поршня, а також призводить до погіршення надійної тривалої експлуатації поршня.

З урахуванням аналізу процесів високочастотного нестаціонарного теплообміну в локальних зонах поршня [1] запропоновано конструктивне рішення [2], що забезпечує локальне зменшення термічної інерційності матеріалу поршня в зоні периферії вогневого денця.

З урахуванням підходів [1, 2] щодо процесів теплообміну та випаровування паливної плівки з поверхні КЗ також запропоноване нове конструктивне рішення, що забезпечує локальне зменшення термічної інерційності матеріалу стінки КЗ, та подана заявка на патент України. Це рішення декларує форму, розміри та розташування зон локального зменшення термічної інерційності матеріалу поверхні КЗ, що забезпечує локальне підвищення температури КЗ та покращує умови випаровування та вигоряння палива паливної плівки.

Запропоновані рішення рекомендується до застосування як при створенні нових конструкцій, так і, що не менш важливо, для заміни поршнів дизелів, які знаходяться в експлуатації.

Література:

1. Марченко А. П. Моделювання нестаціонарного високочастотного температурного стану поршня ДВЗ з теплоізольованою поверхнею камери згоряння / А. П. Марченко, В. В. Пильов // Двигуни внутрішнього згоряння. – 2015. – № 2. – С. 41-47.

2. Пат. № 153436 Україна, МПК F02F3/14. Поршень із алюмінієвого сплаву з теплозахисним поверхневим покриттям. Заявл. 23.12.2022; опубл. 05.07.2023, бюл. № 27/2023.

ОБҐРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ КЕРУВАННЯ ПОДАЧЕЮ ПНВТ ПАЛИВНОЇ СИСТЕМИ АКУМУЛЯТОРНОГО ТИПУ

Пожидаєв І.Г., Ліньков О.Ю.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Відповідність сучасним екологічним стандартам та вимогам до економічності є основними завданнями, що стоять перед виробниками дизельних двигунів. Для вирішення цих завдань вживаються заходи з інтенсифікації подачі палива та гнучкого управління її параметрами. Значною мірою виконання цих вимог забезпечують сучасні паливні системи (ПС) акумуляторного типу.

Проте в такій ПС частина палива, що нагнітається паливним насосом високого тиску (ПНВТ) до акумулятора, є надмірною і скидається клапаном регулювання тиску до паливного бака. Відповідно частина механічної енергії, яку затрачено на привід ПНВТ, втрачається, що негативно позначається на ефективних та екологічних показниках двигуна. Ці втрати є особливо відчутними на режимах часткового навантаження малолітражних дизелів.

Для оптимізації механічних втрат на привід ПНВТ необхідно забезпечити керування його подачею зі збереженням тиску в акумуляторі та швидкості обертання валу ПНВТ.

Метою роботи є розробка конструкції ПНВТ та принципу керування його подачею для застосування у складі акумуляторної паливної системи малолітражного дизеля.

Для досягнення зазначеної мети поставлено такі теоретичні й практичні завдання:

1. Проаналізувати сучасні паливні системи та способи підвищення економічності двигуна.
2. Розробити концепцію конструкції ПНВТ з керованою подачею, що забезпечить зменшення механічних втрат дизеля на привід ПНВТ.
3. Розробити математичні моделі, необхідні для опису та дослідження процесів у паливній системі дизеля.

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ ФОРСУВАННЯ ДВИГУНІВ БПЛА

Савченко А.В., Кравченко С.С., Шелестов М.С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

На сьогодні, зважаючи на збройну агресію проти України, актуальною є задача пошуку перспективних напрямків розвитку двигунів БПЛА з метою поліпшення їх техніко-економічних показників. Як свідчить досвід, одним з найбільш важливих показників для двигунів БПЛА є питома потужність. Збільшення питомої потужності двигуна дає змогу підвищити максимальну швидкість польоту, збільшити корисне навантаження, комплексно покращити маневрові характеристики БПЛА.

Одним з перспективних заходів підвищення питомої потужності ДВЗ є впровадження альтернативного виду палива на основі нітрометану. Нітрометан є органічною речовиною з хімічною формулою CH_3NO_2. Вміст двох атомів кисню в молекулі нітрометану є одним з ключових факторів, які обумовлюють надзвичайно низьке співвідношення маси повітря до маси палива в стехіометричній суміші: для повного згоряння 1 кг нітрометану потрібно лише 1,7 кг повітря. Варто відзначити, що питома теплота згоряння нітрометану набагато нижча, ніж бензину – лише приблизно 11,3 МДж/кг. Як свідчить практика, в результаті переведення двигуна на нітрометан можна збільшити потужність приблизно на 100…130 %. Проте, варто відзначити, що використання чистого нітрометану є небезпечним та пов'язано зі складнощами організації робочого процесу двигуна та забезпечення виконання умови міцності його основних деталей. Також при використанні чистого нітрометану суттєво збільшиться питома ефективна витрата палива через меншу питому теплоту згоряння цього виду палива в порівнянні з бензином. Тому найбільш доцільним є використання суміші бензину з нітрометаном як засіб забезпечення відносно короткочасного збільшення потужності двигуна.

Дослідження виконано за грантової підтримки Національного фонду досліджень України в рамках проєкту 2023.04/0124 «Поліпшення тактико-технічних характеристик вітчизняних БПЛА шляхом розробки авіаційного двигуна з перспективними показниками питомої потужності». The research was carried out with the grant support of the National Research Foundation of Ukraine within the framework of the project 2023.04/0124 "Improving the tactical and technical characteristics of domestic UAVs by developing an aircraft engine with promising specific power indicators."

Література:

1. Shrestha K. P., Vin N., Herbinet O., Seidel L., Battin-Leclerc F., Zeuch T., Mauss F. Insights into nitromethane combustion from detailed kinetic modeling – Pyrolysis experiments in jet-stirred and flow reactors // Fuel. – 2020. – Vol. 261. – Art. 116349. – DOI: 10.1016/j.fuel.2019.116349.

2. Boyer E., Kuo K. Characteristics of Nitromethane for Propulsion Applications // Materials of 44th AIAA Aerospace Sciences Meeting and Exhibit, Reno, January 2006. – DOI: 10.2514/6.2006-361.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯНОГО ФІЛЬТРА В МОТОРНИХ ЕКСПЕРИМЕНТАХ

Триньов О.В., Сівих Д.Г.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Впускна система дизеля призначена для підведення очищеного повітря до циліндрів. Незважаючи на значні відмінності в конструкції фільтрів, які використовуються на автотракторних дизелях, досконаліть фільтрів оцінюють за такими характеристиками [1]: коефіцієнт пропускання пилу $К_п$ гідравлічний опір повітряного фільтра, гарантований час роботи до технічного обслуговування (очищення) або ж заміни фільтрувальних елементів. В сучасних комбінованих повітряних фільтрах значення $К_п$ досягає 0,01 % . Гідравлічний опір повітряного фільтра визначається за різницю тисків Δp до фільтра та за фільтром. Допустимі значення Δp для окремих типів автотракторних ДВЗ складають: автомобільні бензинові – 5 кПа; автомобільні дизелі – 3,5–4,5 кПа; автомобільні дизелі з наддувом – 4,5–5,0 кПа; тракторні – до 7 кПа.

В проведених моторних випробуваннях з дослідження впливу гідравлічного опору фільтра на показники двигуна експеримент побудований за зовнішньою або ж близькою до неї частковою швидкісною характеристиками. Саме на цих експлуатаційних режимах дизеля спостерігається зниження коефіцієнта надлишку повітря до значень α=1,4–1,6, при яких найбільшою мірою проявляється вплив достатньої подачі повітря на процеси згоряння, погіршується паливна економічність. При чому, як показали ці ж випробування, на режимах з більш високими α (1,8–2,5) економічність дизеля внаслідок дроселювання повітряного заряду навіть помітно поліпшується, що можна пояснити зниженням насосних витрат.

Дроселювання заряду на вході в дизель, як засіб оптимізації процесу повітреподачі, наддуву і паливоподачі головним чином на часткових режимах використовується на дизелях зарубіжного виробництва з комп'ютерними системами керування [2]. Проведення моторного експерименту дає змогу на практиці пересвідчитись в ефективності заходу для покращення ефективних показників ДВЗ.

Подальший розвиток цього напрямку дослідження передбачає більш детальний аналіз впливу дроселювання на всіх експлуатаційних режимах автотранспортного дизеля, створення певної математичної моделі, яка б враховувала фактор дроселювання, його оптимізацію. Передбачається також аналіз відомих схем дроселювання, які працюють в автоматизованому режимі та по можливості їх удосконалення.

Література:

1. Методичні вказівки до проведення лабораторних робіт за курсом «Особливості експлуатації і ремонту сучасних ДВЗ» для студентів спеціальності 7.090210 «Двигуни внутрішнього згоряння» / уклад.: О. В. Триньов, Д. Г. Сівих, В. А. Кокуш, С. В. Обозний. – Х. : Вид-во «Підручник НТУ "ХПІ"», 2014. – 32 с.

2. Марченко А. П. Двигуни внутрішнього згоряння : підручник : у 6-ти т. – Т. 3 : Комп'ютерні системи керування ДВЗ / А. П. Марченко, М. К. Рязанцев, А. Ф. Шеховцов. – Х. : Прапор, 2004. – 344 с.

СЕКЦІЯ 2
АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ МЕХАНІЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ І ТРАНСПОРТУ

2.1 ТЕХНОЛОГІЯ ТА АВТОМАТИЗОВАНЕ ПРОЕКТУВАННЯ В МАШИНОБУДУВАННІ

APPLICATION OF IoT IN TRANSPORT AND WAREHOUSE LOGISTICS

Kovalenko O.[1], Sagynbaev S.[1], Vorobiova O.[2], Kovalenko V.[2], Stryzhak V.,[2] Turchyn O.[2]

[1] Staff-eye GmbH, Chemnitz, Germany,
[2] National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv, Ukraine

Industry 4.0 is a new stage of the industrial revolution based on the merging of the physical and digital worlds with the help of modern technologies. It is based on the application of the Internet of Things, artificial intelligence, cloud services and cyber-physical systems that enable real-time process control.

In transportation and warehousing logistics, IoT technologies make it possible to monitor cargo and vehicles at any moment. GPS trackers monitor the route and condition of the cargo, providing transparency in the logistics chain. Artificial intelligence is used for route optimization, demand forecasting and risk analysis. Big Data helps to make informed management decisions based on in-depth analysis of information.

Benefits include cost reduction through automation, minimization of errors by eliminating human error, increased speed of service and transparency of processes, allowing customers to track orders in real time.

Roboticization and automation of logistics is becoming the norm. Smart warehouses use sensors to monitor inventory and robots to sort, speeding up processing. Autonomous transportation, including unmanned trucks and drones, is already being tested and helping to reduce shipping costs. Smart containers record temperature, humidity, and location, keeping cargo secure.

However, the digital transformation of logistics comes with challenges. Implementing technology requires significant investment, which may not be affordable for small businesses. Skilled professionals are needed, as well as robust cyber defenses. Integrating new solutions with legacy systems is a complex and resource-intensive process.

Industry 4.0 in logistics is not just about modernization, but about rethinking processes. Digital platforms automate orders and deliveries, digital twins simulate logistics operations in a virtual environment, and smart delivery using autonomous transport reduces costs and speeds up order fulfillment.

ANALYSIS OF THE OPERATOR'S SUSPENSION SYSTEM WITH QUASI-ZERO STIFFNESS BASED ON THE ADAPTIVE PIEZOCERAMIC ELEMENTS

Lukashov Y., Lukashov A., Klitnoi V.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute»

The long-term impact of vibrational loads on heavy machinery operators poses a considerable risk to their health and compromises the operational precision of machinery. This requires a good vibration isolation system.

Quasi-zero stiffness means that the system demonstrates almost zero dynamic stiffness around the equilibrium position, offering superior isolation from low-frequency excitations while maintaining load-bearing ability. A main innovation of this system is the batching of piezoceramic component which could improve the adaptation capability of the system to external disturbances. The study validates that, with the correct geometry and stiffness parameters, a zero dynamic stiffness state can be realized, which is vital for the best energy dissipation to be achieved.

The result shows an important relationship between the geometry of the arrangement and the resultant stiffness of the system, resulting in a dynamic stiffness of zero at the static equilibrium position. The values of dimensionless force and stiffness were determined for different stiffness ratios and geometry parameters in a static equilibrium position, namely stiffness is zero, combined stiffness is positive and combined stiffness is negative. To facilitate the dynamic analysis, a polynomial approximation of the force-displacement interaction is suggested, with the final stiffness equation being only 2% different than the correct solution. The results show the system's promise for compactness, efficiency, and precision.

For this application, adaptive piezoceramic materials are found to be specifically suitable doe to their low noise, high responsiveness, and the versatility of their form factor. Combining these approaches enables real-time stiffness modulation, widening the frequency range and speed of the system.

Overall, the QZS-based semi-active suspension system with active piezoceramic elements has the potential to significantly reduce the harmful effects of vibrations on machines operating in construction, agricultural and logging conditions experienced by operators. The findings from this investigation provide a foundation for future refinement enabled by dynamic analysis and active control development for broader operational capabilities at a wider spectrum of vibration frequencies.

MODERN HIGH-SPEED SPINDLE BEARINGS WITH CERAMIC COATINGS: APPLICATION AND EFFECTIVENESS

Protasov P.[1], Ondruška Ju.[1], Bucha J.[1], Cézová E.[2], Bondarenko O.V.[3], Ustynenko O.V.[3], Sierykov V.I.[3]

[1] Slovak University of Technology in Bratislava

[2] Czech Technical University in Prague

[3] National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"

Modern high-speed spindles operating at speeds exceeding 100,000 RPM require optimization of the tribological characteristics of bearing assemblies to ensure long service life and operational stability. This research examines promising directions for using ceramic coatings on ball bearing components to improve their performance characteristics at extreme rotational speeds up to 120,000 RPM.

The subject of this study is the evaluation of the potential application of ceramic coatings on steel bearing rings when used with ceramic balls to create a "ceramic-ceramic" friction pair, which potentially provides further reduction in friction and heat generation. A rational solution is the use of a separate steel ring with an applied ceramic coating, which is mounted on the spindle shaft, allowing for reduced manufacturing and maintenance costs.

Analysis of research shows that ceramic coatings on raceways in combination with ceramic balls provide improvement in several key parameters of high-speed spindles: reduction of braking torque by 12-20%, decrease in bearing operating temperature by 20-25%, increase in service life by 1.5-2 times, and improved positioning accuracy due to minimized thermal expansion.

Technical challenges in implementing this solution include ensuring reliable adhesion of the ceramic coating to the steel substrate, optimizing coating thickness, and developing technology that prevents coating damage during installation and operation. To minimize these risks, the application of modern PVD/CVD technologies is recommended, as well as the development of specialized quality control methodologies.

Acknowledgment. The research presented in this paper is an outcome of the project VEGA No. 1/0708/24 "Research on the design parameters of the high-speed spinning spindle of the progressive concept" funded by the Scientific Grant Agency of the Ministry of Education, science, research and sport of the Slovak Republic and the Slovak Academy of Sciences.

RESEARCH ON COMPOSITE SEPARATORS IN HIGH-SPEED SPINDLE BEARINGS WITH IMPROVED LUBRICATION SYSTEMS

Protasov P.[1], Ondruška Ju.[1], Bošanský M.[1], Cézová E.[2], Bondarenko O.V.[3], Ustynenko O.V.[3], Sierykov V.I.[3]

[1] Slovak University of Technology in Bratislava

[2] Czech Technical University in Prague

[3] National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"

High-speed spindles operating at frequencies exceeding 100,000 RPM present engineers with complex challenges regarding effective cooling and lubrication of bearing assemblies. This paper investigates the potential of innovative composite cage designs for ball bearings with integrated channels for oil mist circulation, representing a novel structural solution for high-speed spindles.

The proposed composite separator is manufactured from multiple components to create channels, which are then joined using press-fitting techniques. This approach enables the creation of complex internal geometry for oil mist circulation in mass production environments. Within the separator, specialized channels are formed that function as an air pump, providing directed lubrication and cooling to the balls and bearing raceways.

The most promising materials for manufacturing composite separators, considering both rigidity requirements and low friction characteristics, are bronze or bearing steel with anti-friction coatings.

The technology for creating channels for air and oil mist circulation in the composite separator is implemented using laser processing, which ensures high precision and reproducibility of results.

Technical challenges in implementation include the need for high-precision balancing of the composite separator, ensuring connection reliability during long-term operation, and preventing channel contamination. Nevertheless, the proposed concept represents a promising direction for the development of bearing assemblies for next-generation high-speed spindles.

Acknowledgment. The research presented in this paper is an outcome of the project VEGA No. 1/0708/24 "Research on the design parameters of the high-speed spinning spindle of the progressive concept" funded by the Scientific Grant Agency of the Ministry of Education, science, research and sport of the Slovak Republic and the Slovak Academy of Sciences.

EVALUATION OF FOUR-POINT CONTACT BALL BEARINGS EFFICIENCY IN HIGH-SPEED SPINDLES

Protasov R.[1], Ondruška Ju.[1], Magdolen Ľ.[1], Cézová E.[2], Bondarenko O.V.[3], Ustynenko O.V.[3], Sierykov V.I.[3]

[1] Slovak University of Technology in Bratislava

[2] Czech Technical University in Prague

[3] National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"

Modern high-speed spindles operating at rotational frequencies exceeding 100,000 RPM require innovative solutions to ensure rotor position stability and improve operational efficiency. This research examines the potential application of four-point contact bearings to achieve high axial and radial stiffness in a single compact unit instead of using two angular contact ball bearings, which is particularly important for spindles operating at frequencies up to 120,000 RPM.

The proposed design includes a ball bearing in which both the outer and inner rings are divided into left and right halves. This simplifies the process of mounting the separator with balls and allows varying the number of balls to adapt the load-carrying capacity of the entire bearing.

The structural division of rings into halves creates a zone between them that can be utilized for placing an improved separator with enhanced rigidity. This also allows for implementing radial holes in the spindle housing for supplying air or oil mist directly to the center of the bearing working zone, significantly improving cooling and lubrication under high-speed conditions.

The main advantages of the proposed design include: increased axial and radial stiffness, reduced mass and inertia of rotating parts, improved dynamic stability, the possibility of effective cooling and lubrication, as well as increased efficiency due to reduced friction.

The implementation of four-point contact bearings with divided rings represents a promising direction for the development of next-generation high-speed spindles, particularly for applications requiring simultaneous high precision, stiffness, and extended service life at extreme rotational speeds.

Acknowledgment. The research presented in this paper is an outcome of the project VEGA No. 1/0708/24 "Research on the design parameters of the high-speed spinning spindle of the progressive concept" funded by the Scientific Grant Agency of the Ministry of Education, science, research and sport of the Slovak Republic and the Slovak Academy of Sciences.

USE OF ALGORITHMIC METHOD OF FAULT FINDING IN OPERATIONAL DIAGNOSTICS OF MODERN HYDRAULIC EQUIPMENT

Fatieieva N., Fatyeyev O., Poliakov V.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

The paper considers modern approaches to diagnostics of hydraulic drives using the algorithmic method of fault finding. Hydraulic drives play a key role in various industries, and their reliability directly affects the efficiency of equipment operation [1]. Under conditions of complex operating modes and high loads it is important to detect faults in time and prevent emergencies.

When designing diagnostics systems for hydraulic units, the following key tasks are solved: creation of diagnostics algorithms; predicting changes in their technical condition during the exploitation process; diagnostics methods selection; elaboration of diagnostic instruments.

The paper proposes an algorithmic approach to diagnostics, including the stages of data collection, analysis and interpretation of results. It also discusses examples of applying algorithms to identify characteristic signs of failure, such as leaks, oil contamination and component wear, which allows to form maintenance recommendations based on the data obtained. The development of testers for visualising data and presenting diagnostic results is considered [2].

The use of algorithms for diagnostics of hydraulic equipment can be used for implementation into existing monitoring systems to improve their efficiency. Also a promising direction is the application of artificial intelligence for fault prediction and maintenance optimisation.

The paper highlights the importance of integrating algorithmic methods into the hydraulic drive monitoring system, which not only increases the quality of diagnostics, but also optimises maintenance processes. The results of the paper can be useful both for professionals in the sphere of hydraulics and for engineers engaged in operation and repair of hydraulic systems.

References:

1. *Fatieieva N., Fatyeyev O.,* Poliakov *V.* Reliability of hydropneumodrives for metal cutting equipment. *Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: Hydraulic machines and hydraulic units.* Kharkiv: NTU "KhPI". *2023. No. 1. P. 56–59.* doi: 10.20998/2411-3441.2023.1.09

2. Fatyeyev O., *Fatieieva N.,* Poliakov *V.,* Shyian A., Radchenko O. Design specifics of a built-in diagnostic system for hydraulic machines. *Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: Hydraulic machines and hydraulic units.* Kharkiv: NTU "KhPI". *2023. No. 2. P. 78–84.* doi: 10.20998/2411-3441.2023.2.12

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВІДЦЕНТРОВОГО КОМПРЕСОРА ШЛЯХОМ ОПТИМІЗАЦІЇ ТОВЩИНИ ЛОПАТЕЙ

Азаров А.С., Роговий А.С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В умовах зростаючих вимог до енергетичної ефективності промислового обладнання вдосконалення відцентрових компресорів набуває особливого значення. Одним із ключових напрямів покращення характеристик таких машин є оптимізація геометрії робочого колеса, зокрема параметрів лопатей [1]. У даній роботі запропоновано використання сучасного комп'ютерного проектування (CAD) [2] для оптимізації товщини лопатей робочого колеса високонапірного відцентрового компресора з безлопатевим дифузором.

Проєктування виконано із залученням числового моделювання в середовищі ANSYS [3]. У межах дослідження реалізовано перевірку адекватності математичної моделі шляхом порівняння розрахункових характеристик з результатами експериментальних досліджень промислового прототипу [4]. Максимальне відхилення між результатами розрахунку та експерименту становило не більше 8% у зоні оптимальних витрат, що свідчить про високу точність моделі.

Результати моделювання показали, що завдяки зміні товщини лопатей вдалося підвищити політропний ККД на 6%, при цьому співвідношення повного тиску дещо знизилося – на 9%. Такі результати свідчать про ефективність впровадження CAD-підходів у процес удосконалення компресорного обладнання. Для подальшого підвищення ефективності компресора передбачається заміна безлопатевого дифузора на лопатевий. Це дозволить забезпечити стабільніші робочі характеристики у широкому діапазоні режимів.

Таким чином, оптимізація товщини лопатей за допомогою комп'ютерного моделювання є перспективним напрямом розвитку конструкцій відцентрових компресорів, що дозволяє суттєво покращити їх ефективність без збільшення витрат на виробництво.

Література:

1. Роговий, А. С., Азаров, А. С., Демчук, Р. М. (2023). Удосокналення характеристик робочого колеса високонапірного відцентрового компресора проектуванням за допомогою САПР. Вісник Національного технічного університету" ХПІ". Серія:" Гідравлічні машини та гідроагрегати", (1), 25-30.

2. Роговий А.С. Розробка теорії та методів розрахункувихорокамерних нагнітачів: дис. ... д-ра техн. наук: 05.05.17. Харків, 2017. 364с.

3. Роговий А.С. Використання методів числового вирішення задач інженерного аналізу: навчальний посібник. Харків: ХНАДУ, 2019. 112 с

4. Chernetskaya-Beletskaya, N., Rogovyi, A., Baranov, I., Krut, A., Miroshnikova, M., Bragin, N. (2019). Increasing the efficiency of highly concentrated coal-water fuel based on the simulation of non-Newtonian fluid flow. In MATEC Web of Conferences (Vol. 294, p. 01009). EDP Sciences.

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЄКТУВАННЯ КАЛІБРУВАННЯ ВАЛКІВ ПРОФІЛЕЗГИНАЛЬНИХ СТАНІВ

Бабай Ю.В., Губський С.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

При проєктуванні технології виробництва гнутих профілів валковим формуванням одним із основних етапів є розрахунок геометрії валків. Методики розрахунку, що пропонуються в роботах [1] та [2] є загальними і не враховують особливості виробництва продукції: поштучне чи масове, швидкісні режими профілювання, висоти формовки профілю та інше.

Для профілезгинальних станів робочі валки зазвичай виготовляють складеними, тобто з робочого вала та набірних дискових елементів. Така конструкція зручна й економічна. Діаметри нижніх валків мінімізують, дотримуючись міцності, а верхніх – визначають залежно від висоти смуги, що профілюється.

Робочі струмки валків можуть мати кути або зони звільнення. Без кутів звільнення зазор залишається рівномірним, але зі збільшенням висоти смуги зростають осьові сили деформації, посилюючи тертя й ризик просковзування металу. Кути звільнення мінімізують ці ефекти, роблячи процес профілювання ефективнішим.

Оптимальний швидкісний режим профілювання забезпечується рівністю окружних швидкостей пар валків у зонах їхніх основних діаметрів, що досягається шляхом підбору передавального відношення шестеренних клітей на етапі проєктування. Вибір цього співвідношення залежить від типу стану та профілів, що виробляються. У малих станах передавальне число наближається до одиниці, в великих продуктивних – значно збільшується.

При розробці калібровки валків необхідно враховувати взаємне розташування робочих поверхонь валків у кожній кліті. Зазвичай необхідно забезпечити рівномірне зростання окружної швидкості на кожній наступній кліті, що сприяє правильному проходженню профілю. Якщо ж швидкість не змінюється, то через деформацію металу виникають внутрішні напруження, що може призвести до браку продукції.

Отже, проєктування калібрування валків профілезгинальних станів потребує комплексного підходу з урахуванням типу виробництва, конструктивних особливостей валків, висоти профілю, швидкісних режимів. Застосування кутів звільнення, оптимізація діаметрів валків та коректний розрахунок передавальних чисел дозволяють підвищити ефективність профілювання та зменшити ймовірність браку.

Література:

1. Halmos T. Roll Forming Handbook / ed. by George T. Halmos. – Boca Raton: Taylor & Francis, 2006. – 583 c.

2. Чухліб В. Л., Губський С. О., Окунь А. О. Формалізовані підходи до визначення числа технологічних переходів при виробництві гнутих профілів / Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Сер. : Машинознавство та САПР = Bulletin of the National Technical University "KhPI". Ser. : Engineering and CAD : зб. наук. пр. – Харків : НТУ "ХПІ", 2020. – № 2. – С. 169-173.

ПАТЕНТНИЙ ПОШУК АНАЛОГІВ ВАЛА КАРЕТКИ ВЕЛОСИПЕДА

Бабка Д.Р., Кравцова І.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасному виробництві велосипедів вал каретки є одним із ключових елементів трансмісії, що забезпечує ефективну передачу моменту від педалей до приводу. Завдяки постійному розвитку технологій створюються нові конструктивні рішення, спрямовані на покращення надійності, жорсткості та довговічності каретки.

З метою визначення новизни власного технічного рішення було проведено патентний пошук за останні 5 років та визначення прототипу. У результаті аналізу було знайдено низку вже існуючих розробок у різних країнах світу. Найбільш схожі з моєю розробкою зразки- аналоги представлені у табл.1

Таблиця 1 - Порівняльна таблиця ознак валів велосипеду

Запропоноване технічне рішення	**Авторське рішення**	**Європа, пат. EP2276202B1**	**США, пат. US9830231B2**	**WIPO, пат. WO2015090**
Вал каретки велосипеду	1	1	1	1
Поліпшення міцності та довговічності	1	1	0	0
Покращення конструкції	1	1	1	1
Поліпшення герметизації	0	1	1	0
Використання кування	1	0	0	0

За результатами аналізу, найбільшу кількість спільних ознак наше рішення має з патентом EP2276202B, тож саме цей аналог можна вважати прототипом.

На основі проведеного патентного пошуку встановлено, що сучасні інженери постійно шукають способи покращення властивостей вала каретки велосипеда. Цей напрямок продовжує активно розвиватися, попри те, що виник досить давно і досліджується вже не один десяток років.

Деякі фахівці зосереджуються на покращенні герметизації, що, у свою чергу, підвищує ресурс вала каретки завдяки запобіганню потраплянню води та пилу в механізм. Інші використовують нові матеріали або вносять конструктивні зміни з метою підвищення ефективності.

У даній роботі застосовувався метод кування для покращення характеристик. Відсутність використання кування в патентах останніх років, на думку авторів, пояснюється тим, що цей метод більше підходить для виготовлення одиничних зразків або дрібносерійного виробництва.

АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ КАРДАННОЇ МУФТИ ВАГОНУ МЕТРОПОЛІТЕНУ

Бірюков С. В., Юрченко О.А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Рухомий склад метрополітену відіграє важливу роль у транспортній інфраструктурі великого міста. Усі елементи вагонів за міцністю, стійкістю та технічним станом мають утримуватись, щоб забезпечувався безпечний і плавний рух поїздів з найбільшими швидкостями, визначеними технічними умовами на вагон метрополітену, а елементи рухомого складу господарського призначення – технічним умовам на будування та модернізацію зазначеного рухомого складу [1].

Візок – це ключовий елемент електропоїзда, який забезпечує рух вагона по рейках. Він розподіляє навантаження від кузова на рейки, передає сили тяги та гальмування, а також забезпечує плавний рух. Кожен вагон оснащений двома двовісними візками з індивідуальним приводом коліс. Ці візки мають опорно-рамне підвішування тягових двигунів, осьову підвіску редуктора, а також буксове та центральне ресорне підвішування.

Важливий компонент візка - карданна муфта, яка з'єднує тяговий двигун з редуктором колісної пари. Вона передає обертальний момент і компенсує зміщення між валами двигуна та шестерні редуктора. Ці зміщення можуть відбуватися як у горизонтальній, так і у вертикальній площинах під час руху вагона.

В роботі розглянуто конструкцію карданної муфти, яка експлуатується на рухомому складі комунального підприємства «Харківський метрополітен» та порівняно її з муфтою ZK - 306, що застосовується на модернізованих електропоїздах (рисунок 1). Також виконано аналіз щодо конструктивних особливостей муфт різних виробників та зроблено висновки, виходячи з досвіду експлуатації даного вузла.

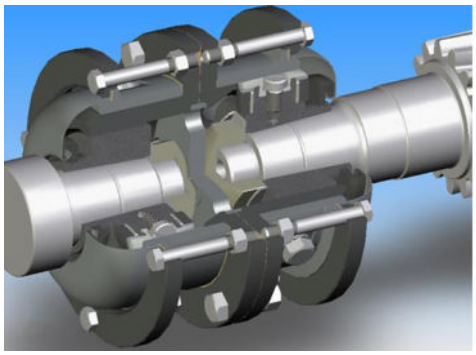
а)  б) 

Рисунок 1 – Конструкція муфти: а – карданна муфта; б – муфта ZK 306.

Література:

1. Правила технічної експлуатації метрополітенів України. Харків, 2015. 304 с.

АНАЛІЗ НАДІЙНОСТІ ПАЯНОГО З'ЄДНАННЯ КОРПУСА З ЗАХИСНИМ СКЛОМ ВІБРОСТІЙКОГО ДЕТЕКТОРА НА ОСНОВІ СЦИНТИЛЯТОРА NAI(TL)

Бобовніков О.А., Клітной В.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
м. Харків

Вібротермоміцні детектори на основі кристалів NaI(Tl) широко використовуються в сцинтиляційній техніці, зокрема в приладах для розвідки нафти та газу методом гамма-каротажу. Оскільки в свердловинах глибиною від кількох сотень метрів до кількох кілометрів відбувається різка зміна температур і вібрацій, то існує висока можливість порушення цілісності з'єднання деталей детектора під дією температури і механічних навантажень. Таким чином, до надійності з'єднання деталей детекторів пред'являються підвищені вимоги.

При виготовленні вібротермоміцних детекторів також необхідно враховувати, що йодиди лужних металів є гігроскопічними матеріалами, тому їх необхідно упаковувати в захисні металеві корпуси зі склом. Отже, герметичність з'єднань деталей корпусу є важливим параметром, що забезпечує довгострокову стабільність характеристик детекторів при високих температурах.

Таким чином, дослідження, спрямовані на підвищення надійності з'єднання деталей корпусу вібротермоміцних детекторів, є актуальними, оскільки дозволяють покращити якість та довговічність роботи приладів радіометричного контролю при температурі до 200С, а також при підвищених вібраційних навантаженнях.

У представленій роботі вивчено надійність з'єднання кварцового скла з корпусом з нержавіючої сталі за допомогою паяння для подальшого використання в конструкції вібротермоміцних детекторів. Проведений розрахунок надійності з'єднання скло - припій за допомогою моделі Енгельмайєра-Уайльда показував, що з'єднання скло - припій товщиною 0,5 мм витримує 340 циклів навантаження, що є достатньою кількістю.

Були проведені експериментальні дослідження з паяння кварцового скла з корпусом з нержавіючої сталі за допомогою ультразвукової паяльної станції з використанням безсвинцевого припою Cerasolzer. Товщина припою варіювалася в інтервалі 0,5 мм - 1,5 мм. Як показали результати температурних та механічних випробувань отриманих зразків, герметичність, а отже і надійність, паяної сполуки забезпечується за рахунок використання припою завтовшки 0,5 мм, що підтверджується і теоретичним розрахунком. Однак наявність внутрішньої напруги в паяних стеклах призводить до погіршення сцинтиляційних характеристик детекторів NaI(Tl), що говорить про необхідність проведення додаткових досліджень.

ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕРМІНУ СЛУЖБИ ЗУБЧАСТИХ ПЕРЕДАЧ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ МАШИН ТА ЗНИЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВИТРАТ

Бородін Д.Ю., Кулик Г.Г., Глушко С.Л., Давидов М.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Продовження терміну служби зубчастих передач зменшує тертя, знос і ймовірність поломок, що призводить до меншої кількості простоїв і зниження витрат на ремонт.

Підвищення ефективності: Змащені та правильно вирівняні зубчасті передачі забезпечують більш плавну передачу потужності, що підвищує загальну ефективність машини.

Зниження експлуатаційних витрат: Тривалий термін служби зубчастих передач зменшує потребу в частих заміні, знижуючи витрати на запчастини та робочу силу.

Більша продуктивність: Зубчасті передачі з тривалим терміном служби дозволяють машинам працювати безвідмовно протягом більш тривалого часу, що збільшує виробничі потужності та прибуток.

Підвищення надійності: Зубчасті передачі, розроблені та виготовлені для тривалого терміну служби, забезпечують підвищену надійність, що дозволяє машинам працювати безперебійно навіть у складних умовах.

Дослідження показали, що зубчасті передачі з оптимізованою геометрією зубів, високоякісними матеріалами та належним змащенням мають термін служби, який у кілька разів перевищує термін служби звичайних зубчастих передач.

Опитування компаній, які використовують машини із зубчастими передачами, виявили, що машини з тривалим терміном служби демонструють значно менше поломок і вищих робочих характеристик.

Економічний аналіз показав, що інвестування в зубчасті передачі з тривалим терміном служби може призвести до значної економії експлуатаційних витрат завдяки зниженню витрат на ремонт, простої та запчастини.

Продовження терміну служби зубчастих передач має вирішальне значення для підвищення продуктивності машин, зниження експлуатаційних витрат і забезпечення загальної надійності. Оптимізація конструкції, вибору матеріалів, змащення і технічного обслуговування зубчастих передач може призвести до значного збільшення їх терміну служби, покращення загальних робочих характеристик машини та зниження загальної вартості володіння.

ПРОГНОЗУВАННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ЗУБЧАСТИХ ПЕРЕДАЧ НА ПІДСТАВІ ЗМІНИ ТВЕРДОСТІ: НОВІ ПІДХОДИ В ІНЖЕНЕРІЇ ТА ВИРОБНИЦТВІ

Бородін Д.Ю., Кулик Г.Г., Глушко С.Л., Давидов М.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Зубчасті передачі є ключовими компонентами в багатьох механічних системах, від автомобілів до промислового устаткування. Довговічність цих передач безпосередньо пов'язана з їх твердістю, яка визначає стійкість до зносу та механічних навантажень. У цій статті ми розглянемо нові підходи до прогнозування довговічності зубчастих передач на основі зміни твердості, що відкривають нові можливості в інженерії та виробництві.

Один з ключових аспектів прогнозування довговічності зубчастих передач полягає в розумінні залежностей між їх твердістю та опором до зносу. Традиційно це було складним завданням через багатофакторну природу процесів зносу та взаємодії матеріалів. Однак, завдяки сучасним методам математичного моделювання та імплементації нових матеріалів, інженери отримали змогу більш точно прогнозувати довговічність зубчастих передач на основі їх твердості.

Важливим кроком у цьому напрямку є використання комп'ютерного моделювання для аналізу взаємодії механічних навантажень з поверхнею зубців передач. Це дозволяє інженерам не лише прогнозувати знос, а й оптимізувати процеси твердіння матеріалу зубців для покращення їх довговічності.

Крім того, нові методи обробки поверхонь, такі як плазмове азотування чи іонне напилення, дозволяють створювати бар'єри захисту на поверхні зубців, що сприяє покращенню їх твердості та опору до зносу.

Нарешті, розвиток нових спеціалізованих матеріалів, таких як вуглецеві композити чи наноматеріали, відкриває нові можливості для покращення довговічності зубчастих передач шляхом зміни їх твердості.

У підсумку, прогнозування довговічності зубчастих передач на підставі зміни твердості є актуальною проблемою в інженерному світі. Застосування сучасних методик математичного моделювання, нових методик обробки поверхонь та розвиток спеціалізованих матеріалів вказують на можливості подальшого покращення довговічності зубчастих передач у ряді промислових галузей.

РОЗРОБКА АЛЬТЕРНАТИВНИХ ШПОНКОВИХ З'ЄДНАНЬ

Бородін Д.Ю., Кулик Г.Г., Глушко С.Л., Давидов М.О.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків

Шпонкові з'єднання в виробництві вже давно є одними з найпоширеніших методів з'єднання дерев'яних частин. Однак, з поступом часу та розвитком технологій, стає очевидним, що необхідно шукати альтернативи традиційним шпонковим з'єднанням з метою зменшення використання деревини та покращення екологічних характеристик продукції.

Однією з перспективних галузей в цьому напрямку є розробка нових матеріалів та технологій для створення шпонкових з'єднань, які б володіли високою міцністю, довговічністю та екологічною безпечністю. Такий підхід сприятиме не лише покращенню якості меблів та конструкцій, а й сприятиме збереженню лісових ресурсів та довкілля в цілому.

Основною метою досліджень у цій області є пошук нових матеріалів, які можуть бути використані для створення ефективних шпонкових з'єднань. Наприклад, розробка біополімерних матеріалів на основі вторинних біополімерних сировини або використання композитних матеріалів, які поєднують у собі природні складові з сучасними технологіями.

Крім того, велика увага приділяється розробці нових форм шпонок та методам їх виготовлення, що дозволить покращити якість з'єднань і зробити їх більш ефективними.

Дослідження в області альтернативних шпонкових з'єднань сприятиме розвитку сталі та надійних конструкцій у меблевому та будівельному виробництві. Такий підхід також сприятиме зменшенню використання деревини, що в свою чергу допоможе зберегти лісові ресурси та довкілля.

У підсумку, розробка альтернативних шпонкових з'єднань є актуальною та перспективною галуззю, яка спрямована на покращення якості продукції, збереження природних ресурсів та створення більш екологічно чистого виробництва.

ВИМІРЕННЯ ТВЕРДОСТІ ЗУБЦІВ ЗУБЧАСТИХ КОЛЕС: МЕТОДИ, ТЕХНОЛОГІЇ ТА ВАЖЛИВІ АСПЕКТИ

Бородін Д.Ю.[1], Кулик Г.Г.[1], Семенова-Куліш В.В.[2]

[1] Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

[2] Український державний університет залізничного транспорту, м. Харків

Зубчасті колеса є ключовими елементами в багатьох механічних системах, де точність, довговічність і ефективність грають важливу роль. Для забезпечення високої якості та надійності таких систем необхідно вимірювати твердість зубців зубчастих коліс. У цій статті ми розглянемо різні методи вимірювання твердості зубців зубчастих коліс, технології, що використовуються для цього, а також важливі аспекти, які слід враховувати при проведенні таких вимірювань.

Методи вимірювання твердості зубців зубчастих коліс

1. Використання твердомірів: Твердоміри є одним з найпоширеніших інструментів для вимірювання твердості матеріалів.

2. Методи некерованого навантаження: Ці методи базуються на застосуванні стандартних навантажень на поверхню зубчастих коліс для визначення їх твердості. Такий підхід може допомогти у встановленні дефектів та аномалій у структурі матеріалу.

3. Методи макро- та мікротвердості. Це дозволяє отримати більш детальну інформацію про структуру матеріалу.

Технології вимірювання твердості

1. Ультразвукове вимірювання: Ця технологія дозволяє непорушно виміряти твердість матеріалу без пошкоджень поверхневого шару.

2. Наноіндекатори: Вони дозволяють проводити точне вимірювання макро- та мікротвердості матеріалу на нанометровому рівні.

3. Оптичні методи: Використання оптичних систем для аналізу враженостей на поверхню зубця може допомогти визначити його твердість.

Важливі аспекти вимірювання

1. Стандартизація процедур: Важливо дотримуватися стандартних процедур вимірювання для отримання надійних результатів.

2. Врахування умов експлуатації: Твердість матеріалу повинна бути оптимальною для конкретного типу зубчастого колеса та умов його роботи.

3. Аналіз результатів: Отримані данні потребують уважного аналізу для прийняття правильних рішень щодо подальшої експлуатації.

Вимірювання твердості зубців зубчастих колес є ключовим етапом у забезпеченні їх надійності та довговічність. Використання сучасних методик та технологій разом із правильним плануванням і аналізом може значно покращити якість механізмів, де застосовуються зубчасті колеса.

ВИКЛИКИ ТА ПРОБЛЕМИ МІЦНОСТІ ВЕЛИКОГАБАРИТНИХ РІЗЬБОВИХ З'ЄДНАНЬ: ПОШУК ОПТИМАЛЬНИХ РІШЕНЬ

Бородін Д.Ю.[1], Кулик Г.Г.[1], Семенова-Куліш В.В.[2]

[1] Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

[2] Український державний університет залізничного транспорту, м. Харків

Великогабаритні різьбові з'єднання в сучасній інженерії та виробництві є невід'ємною складовою для забезпечення міцності та надійності конструкцій. Однак, зростаючі вимоги до навантажень та умов експлуатації ставлять перед інженерами та виробниками нові виклики та проблеми, пов'язані з міцністю цих з'єднань. У цій статті ми розглянемо основні проблеми, з якими стикаються великогабаритні різьбові з'єднання, а також шляхи пошуку оптимальних рішень для їх вирішення.

Однією з основних проблем, пов'язаних з міцністю великогабаритних різьбових з'єднань, є розподіл навантажень та уникнення концентрації напруг. У випадку великих розмірів з'єднань, нерівномірний розподіл навантажень може призводити до появи точкових навантажень та підвищення напруг у окремих ділянках з'єднання, що загрожує його міцності.

Крім того, великогабаритні різьбові з'єднання часто піддаються впливу агресивних середовищ, що може спричиняти корозію та зміну механічних властивостей матеріалу, що також негативно впливає на міцність з'єднання.

Для вирішення цих проблем інженери та вчені активно працюють над розробкою нових матеріалів, спеціальних покриттів та технологій обробки, які б забезпечували як оптимальний розподіл навантажень, так і захист великогабаритних різьбових з'єднань від корозії та інших негативних впливів.

Зокрема, застосування нових композитних матеріалів, модифікованих покриттів та спеціальних конструкцій роз'ємних елементів може допомогти зменшити концентрацію напруг та покращити міцність великогабаритних різьбових з'єднань.

Таким чином, проблеми міцності великогабаритних різьбових з'єднань потребують комплексного підходу та пошуку нових технологічних рішень. Розвиток нових матеріалів та технологій обробки є ключовим для подолання цих викликів і забезпечення надійності та безпеки конструкцій у сучасному виробництві.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ І МІЦНІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЕТАЛЕЙ ОБЛАДНАННЯ КУЛЬОВОГО МЛИНА

Босюк А.С., Литвин А.О., Себко К.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Актуальною проблемою на сьогодні є контроль стану деталей сушильних і подрібнювальних апаратів не лише під час виготовлення, а й в процесі експлуатації обладнання переробних і харчових виробництв. Нагрів рухомих механізмів може спричинити як вібрації, тріщини, а також поступове руйнування обладнання [1]. При цьому, методи та прилади для контролю деталей обладнання не завжди дозволяють визначити стан деталей, що рухаються та їхні параметри, які впливають на роботу машини або апарату в цілому [2-4]. Тому виникає важлива наукова і практична задача, яка полягає у дослідженні універсальних методів контролю електромагнітних і міцнісних параметрів деталей обладнання.

Запропоновано застосування теорії вихорострумових перетворювачів для контролю параметрів подрібнювального обладнання. Ці методи все активніше використовуються в хімічному машинобудуванні завдяки високій точності, чутливості та можливості автоматизації [2]. Найпростішим є перетворювач з однією обмоткою, що водночас виконує функції датчика й об'єкта контролю. Його інформативні параметри – електричний опір R та сумарна індуктивність $L_{\sum}$, яка враховує внутрішню й зовнішню індуктивність стрижня [2].

Метою роботи є дослідження вихорострумового методу та перетворювача (ВКП) для контролю електромагнітних і температурних параметрів деталей подрібнювального обладнання. Це дозволяє оцінювати працездатність, надійність і довговічність вузлів сушильних установок та кульових млинів. Запропоновано алгоритми вимірювання фізико-механічних параметрів стрижнів обладнання для виробництва сухого молока. Розроблено структурну схему двопараметрового акустичного методу визначення межі міцності σВ та температури t для деталей з нікелевого чавуну. Отримано значення відносної зміни коефіцієнта згасання ΔК/К, які відповідають межам зміни σ_B, що дозволяє створювати пристрої на основі акустичних перетворювачів для контролю характеристик виробів харчового обладнання.

Література:

1. Черевко О. І., Поперечний А. М. *Процеси і апарати харчових виробництв: підручник.* 2-е вид., доп. та випр. Харків: Світ Книг, 2014. 495 с.

2. Сусліков Л. М., Студеняк І. П. *Неруйнівні методи контролю: навчальний посібник*. Ужгород: Видавництво УжНУ, 2016. 192 с.

3. Галаган Р. М. *Теоретичні основи ультразвукового неруйнівного контролю: підручник* [Електронний ресурс] / КПІ ім. Ігоря Сікорського. Електронні текстові дані (1 файл: 5,26 Мбайт). Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 264 с.

4. Мікропроцесорні засоби в автоматизованих системах керування технологічними процесами / Бабіченко А. К., Красніков І. Л., Бабіченко Ю. А., Вельма В. І., Лисаченко І. Г., Подустов М. О., Дзевочко О. М.; за ред. А. К. Бабіченка. Харків: Вид-во ТОВ «Водний Спектр Джі-Ем-Пі», 2016. 440 с.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТОЧНОСТІ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ КОМПОНОВОК ТА ВИКОРИСТАННІ МОБІЛЬНИХ ПОРТАТИВНИХ ВЕРСТАТІВ АГРЕГАТНО-МОДУЛЬНОЇ КОНСТРУКЦІЇ

Вовк В.А.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У промислових та виробничих процесах сьогодення є необхідність в точних та гнучких верстатах. Попит в цьому значно зростає наразі. Мобільні портативні верстати з агрегатно-модульною конструкцією є вирішенням даної проблеми на практиці. Забезпечення точності при проектуванні потребує більш структурного аналізу, новітніх методів для вирішення задач. В різних галузях промисловості, важкому та аерокосмічному машинобудування, будівництві зростає попит на портативні та модульні верстати, що лиш підкреслює важливість даного дослідження. Для підтримки ефективності та якості роботи, точність мобільних верстатів є головною з критерій. Це дослідження надає всебічний огляд агрегатно-модульної конструкції верстатів із точки зору забезпечення високої точності. У роботи поєднуються ідеї з різних напрямів інженерії для комплексного аналізу системи. Запропоновано інноваційні методи оптимізації компоновки модулів із застосуванням сучасних технологій контролю точності та автоматичного вирівнювання.

У дослідженні поєднано теоретичні підходи з практичними прикладами застосування. Для оцінювання точності роботи обладнання використовуються методи структурного та функціонального моделювання. Аналізуються реальні дані, отримані під час експлуатації модульних машин у промислових умовах, що дозволяє дати об'єктивну оцінку їх ефективності. Крім того, розгляд включає огляд новітніх розробок у сфері автоматизації машинобудування.

Аналіз кінцевих елементів визначає потенційні зміщення та деформації, що впливають на точність. Також є інші технології, такі як координатно-вимірювальні машини чи лазерні системи стеження, які можуть забезпечити високоточне вимірювання та гарантувати цілісність під час експлуатації. Для забезпечення високої точності обробки, виникає потреба використання штучного інтелекту. Таким методом ми покращуємо управління процесами і експлуатації для оптимізації під час роботи. Проводиться порівняльні аналізи конфігурації різних мобільних верстатів, щоб визначити доцільні компоновки для покращення ефективності та точності. Ця робота включає в собі знання, дослідження з досить різних галузей, заохочуючи до більш активного вивчення з різних сторін науки. Можна виділити, що досягнення більш високої точності мобільних портативних верстатів з агрегатно-модульною будовою потребує цілком комплексних підходів. Це в себе включає покращення різних конструктивних рішень, використання сучасних засобів контролю вимірювання та впровадження адаптивної системи управління. Підвищення надійності експлуатації та продуктивності цих верстатів у багатьох галузях стає можливим завдяки організації перевірки параметрів обробки і модернізації модульних структур в реальному часі.

ВАЛЬНИЦЯ З ПОЛІМЕРНИМ СЕПАРАТОРОМ ЦІЛЬНОЇ КОНСТРУКЦІЇ І МАКСИМАЛЬНОЮ КІЛЬКІСТЮ ЦИЛІНДРИЧНИХ РОЛИКІВ В МЕЖАХ ЗАДАНОГО ГАБАРИТУ

Гайдамака А.В., Бородін Д.Ю., Клітной В.В.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»
м. Харків

Відома циліндрична роликова вальниця, яка складається з внутрішнього та зовнішнього кілець, латунного сепаратора цільної конструкції з роликами [1]. Вантажність такої вальниці визначається конструкцією сепаратора і достатньою жорсткістю перемичок, від яких залежить кількість вікон.

Відома циліндрична роликова вальниця максимальної вантажності в межах заданого габариту, яка складається з внутрішнього та зовнішнього кілець, роликів, полімерного сепаратора цільної конструкції, на перемичках якого розміщені кінцеві уступи трикутної форми для утримання роликів від випадання в радіальному напрямі, а бокові сторони перемичок мають неплоскі поверхні [2]. Недоліком цієї конструкції є неможливість здійснити монтаж та демонтаж вальниці за рахунок радіального зміщення роликів, оскільки не регламентується висота перемичок і не конкретизована геометрія їх бокових поверхонь.

У запропонованій вальниці, що складається з внутрішнього та зовнішнього кілець, роликів, полімерного сепаратора цільної конструкції, на перемичках якої розміщені кінцеві уступи трикутної форми для утримання роликів від випадання в радіальному напрямі, перемички сепаратора мають збільшену висоту на висоту бортів зовнішнього кільця, а бокові поверхні перемичок виконані двогранної форми, причому вершини двогранних кутів знаходяться на внутрішніх поверхнях кілець сепаратора.

Запропоноване технічне рішення ефективно вирішує завдання по забезпеченню монтажно-демонтажних операцій вальниці з полімерним сепаратором цільної конструкції і максимальною кількістю циліндричних роликів в межах заданого габариту.

Література:

1. Амелина А.А. Устройство и ремонт вагонных букс с роликовыми подшипниками. – М.:Транспорт, 1975.–288с.

2. Пат. № 91168 Україна, МПК7 F 16C 33/58. Циліндричний роликопідшипник максимальної вантажності в межах заданого габариту з полімерним сепаратором цільної конструкції / Гайдамака А.В.; заявник і патентовласник НТУ «ХПІ». − № u201400214; заявл. 13.01.2014; опубл. 25.06.2014. Бюл. № 12.

СЕПАРАТОР ЦИЛІНДРИЧНОЇ РОЛИКОВОЇ ВАЛЬНИЦІ

Гайдамака А.В., Бородін Д.Ю., Клітной В.В.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»
м. Харків

Відомий полімерний сепаратор циліндричної роликової вальниці, що містить два кільця з порожнинами та поперечними перегородками, число яких дорівнює числу вікон, а перемички виконані зі ступінчастими виступами [1]. Цей сепаратор має недостатню зносостійкість поверхонь тертя кілець в спряженні з базуючим кільцем вальниці.

Відомий полімерний сепаратор циліндричної роликової вальниці, що містить два кільця з порожнинами та поперечними перегородками, число яких дорівнює числу вікон, а перемички виконані зі ступінчастими виступами, всі сторони вікон мають трьоххвильовий контур, причому опуклі поверхні контурів розташовані посередині циліндричних поверхонь та торців роликів, на поверхнях тертя кілець з боку кожного вікна виконані два і більше мікро-заглиблень [2]. Недоліками цього сепаратора є складність конструктивних рішень кілець та перемичок, яка не в повній мірі забезпечує достатнє змащування та зносостійкість поверхонь тертя всіх деталей.

Пропонується сепаратор циліндричної роликової вальниці, що містить два кільця із зовнішніми порожнинами, перемички зі ступінчастими виступами, причому ступінчасті виступи виконано з обох сторін, всі сторони вікон мають опуклі поверхні у середину вікон радіусом як радіус бомбіни роликів, причому на протилежних сторонах опуклих поверхонь перемичок розташовано по три овальні мікро-заглиблення, а на протилежних сторонах опуклих поверхонь кілець розташовано по одному овальному мікро-заглибленню, на поверхнях тертя кілець виконано дві групи діаметрально розташованих овальних мікро-заглиблень, кожна з яких в кількості не менше трьох.

Технічний результат досягається через підвищення мастилоємності всіх робочих поверхонь тертя кілець та перемичок сепаратора за рахунок вибору раціонального мікрорельєфу.

Література:

1. Пат. 20679А, Україна, МПК F 16С 33/46. Сепаратор роликопідшипника /Гайдамака А.В., Андрієвський В.Г., Боков А.В., Крилов О.В. Цюренко В.М., Іванов С.Г. - № 97020547. Заяв. 10.02.97, опубл. 02.09.07.

2. Пат. 50093, Україна, МПК F 16С 33/46. Сепаратор роликопідшипника /Гайдамака А.В., Алефіренко В.Ю. - № u200912229. Заяв. 27.11.2009, опубл. 25.05.2010. Бюл. № 10.

ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ СЕПАРАТОРА ЦИЛІНДРИЧНОЇ РОЛИКОВОЇ ВАЛЬНИЦІ

Гайдамака А.В., Клітной В.В., Бородін Д.Ю.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
м. Харків

Відомі дослідження напружено-деформованого стану методом кінцевих елементів сепаратора циліндричної роликової вальниці букс колісних пар вагонів [1]. Розрахунки виконані на основі експериментальних даних про взаємодію рухомих роликів з сепаратором, причому кількість роликів не відома. В роботі [1] розглядається екстремальний випадок взаємодії одного заклиненого ролика з перемичкою сепаратора, який безумовно приведе до миттєвого руйнування сепаратора. Отже, згадані дослідження не враховують реальні умови функціонування деталей в номінальному режимі експлуатації.

В цій роботі дослідження напружено-деформованого стану масивної конструкції сепаратора циліндричної роликової вальниці букс колісних пар вагонів виконано методом кінцевих елементів в статичній постановці на основі плоскої розрахункової моделі, яка відображає умови експлуатаційних радіального і осьового навантаження. Модель МКЕ сепаратора враховує основні складові конструкції: кільця і перемички, що утворюють вікна, мастило-утримуючі канавки, радіусні переходи перемичок в кільця. Дослідження виконано для діапазону швидкості вагона V_0 = 27,78…55,56 м/с (100…200 км/г) з максимальним значенням сил взаємодії ведучого і веденого роликів з перемичками сепаратора, що становить F = 300 Н.

Висновок: виконане дослідження напружено-деформованого стану цільної конструкції сепаратора з урахуванням особливостей експлуатації циліндричної роликової вальниці букс колісних пар вагонів дозволив удосконалити конструкцію і зменшити напруження в небезпечному перерізі на 40 %.

Література:

1. Симсон Э.А. Расчёт напряжённо-деформированного состояния сепаратора подшипника качения / Э.А. Симсон, В.В. Овчаренко, Ю.А. Шевчук // Вестник НТУ «ХПИ». − 2010. − №37. – С. 142–145.

ВИКОРИСТАННЯ ТВЕРДИХ МАСТИЛ ПРИ ВИСОКОШВИДКІСНОМУ ШЛІФУВАННІ ЖАРОМІЦНОЇ СТАЛІ

Гасанов М.І.[1], Руднєв О.В.[1], Титаренко О.В.[2], Котляр О.В.[1], Баранов В.М. [1]

[1]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

[2]Національна академія Національної гвардії України, м. Харків

В даний час одним з найбільш перспективних напрямів підвищення ефективності операцій шліфування і розширення його технологічних можливостей є застосування процесу швидкісного шліфування.

Високошвидкісне шліфування – це метод обробки, який підвищує продуктивність, точність та якість обробленої поверхні.

Результати фундаментальних теоретичних та експериментальних досліджень у галузі абразивної обробки, виконаних вітчизняними та зарубіжними вченими, наочно демонструють, що ефективність процесу шліфування безпосередньо залежить від швидкості різання. Наприклад, було встановлено, що при її підвищенні зменшується товщина зрізу матеріалу кожним абразивним зерном, змінюються умови стружкоутворення та ще цілого ряду параметрів процесу обробки.

Практика показала, що перехід на вищі швидкості різання породжує також цілу низку проблем. Так, наприклад, значно підвищується контактна температура шліфування, збільшуються інтенсивність вібрацій і відцентрові сили, прикладені до круга, що обертається, а висока швидкість повітряного потоку навколо круга, перешкоджає проникненню охолоджуючої рідини в зону різання.

Нами досліджувалося алмазно-іскрове шліфування жароміцної корозійностійкої сталі 10Х11Н23Т3МР при швидкостях різання до 80 м/с із використанням твердих мастил. Тверді змащувальні матеріали були розроблені з урахуванням літературних даних та результатів власних попередніх досліджень. Основою була стеаринова кислота. Було розроблено кілька складів твердих змащувальних матеріалів з добавкою класичних твердих мастил – дисульфіду молібдену, гексагонального нітриду бору тощо.

Результати досліджень показали, що вплив ТЗМ на шорсткість оброблених поверхонь у значній мірі залежить від його складу та режимів шліфування.

Ключові слова: алмазно-іскрове шліфування, тверді змащувальні матеріали, жароміцна корозійностійка сталь, високошвидкісне шліфування

Література:

1. Руднєв О.В., Севидова О.К., Титаренко О.В., Котляр О.В., Гасанов М.І. - Оцінка ефективності твердих мастил при алмазному шліфуванні жароміцної сталі - Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXXI міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2023, 17–20 травня 2023 р. / за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків : НТУ «ХПІ». – С. 202.

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ СУЧАСНИХ ГІДРОПРИВОДІВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МАШИН

Гасюк О.І.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Гідроприводи є невід'ємною частиною багатьох технологічних машин, забезпечуючи високу потужність, точність і надійність виконання технологічних операцій. З розвитком промисловості та автоматизації зростає потреба у вдосконаленні гідроприводів із метою підвищення їх енергоефективності, інтелектуальності та екологічності. Сучасні тенденції розвитку гідроприводів охоплюють декілька ключових напрямків: інтеграцію з електронікою, впровадження системи керування зі зворотним зв'язком, розвиток енергоощадних технологій, а також використання нових конструкційних матеріалів.

Однією з важливих тенденцій є впровадження електрогідравлічних сервосистем, які поєднують переваги гідравліки (високе зусилля) та електроніки (точність і швидкість). Такі системи дають змогу реалізувати складні алгоритми керування, підвищити стабільність роботи та зменшити енергоспоживання. Вони широко застосовуються в мобільній техніці, верстатах із ЧПУ та сучасному сільськогосподарському обладнанні. Іншим напрямком розвитку є вдосконалення енергоефективності системи. таким чином, йдеться про застосування гідроприводів із регульованими насосами та адаптивним керуванням.

Важливого значення набуває також цифровізація гідроприводів – упровадження технологій Інтернету речей (IoT), дистанційного моніторингу, діагностики та самонастроювання. Це дає можливість отримати прогнозне обслуговування, уникати аварійних зупинок і знизити витрати на ремонт. Цифрові гідроприводи стоять складовою концепції Індустрії 4.0.

Розвиток сучасних гідроприводів технологічних машин відбувається в напрямі підвищення точності, енергоощадності, цифрової взаємодії та надійності. Усі ці зміни сприяють зростанню ефективності виробничих процесів, зниженню експлуатаційних витрат та адаптації обладнання до вимог сучасного ринку.

Література:

1. Білик В.І. Гідроприводи і гідроавтоматика. Львів: Новий Світ – 2000, 2021. 400 с.
2. Дяченко М.І., Поляков Ю.М. Сучасні тенденції розвитку гідроприводів. «Вісник машинобудування», 2020. № 3. С. 45–50.
3. Фролов К.В. Енергоефективність у гідравлічних системах. «Технічна діагностика», 2021. № 2. С. 17–22.
4. Романчук О.О. Цифрові гідроприводи: технології майбутнього. «Автоматизація виробничих процесів», 2022. № 4. С. 33–39.
5. Герасименко А.І. Електрогідравлічні приводи в технологічному забезпеченні. Київ: Політехніка, 2020. 276 с.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ФІЛЬТРАЦІЇ ВОДНИХ РОЗЧИНІВ

Гламазда В. С., Максимов О. А., Нечипоренко Д. І.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Передові пивзаводи в даний час застосовують для фільтрації найкращих марок пива по декілька типів фільтрів з метою досягнення найвищої якості з мінімальними поточними витратами.

Для первинної фільтрації пива зазвичай призначено три типи фільтрів. Можна застосовувати традиційний пластинчастий (рамний) фільтр, який використовує целюлозний картон. Більш ефективним рішенням є кізельгуровий фільтр з металевими свічками з крученого дроту (трапецеїдального профілю). Останній гарантує високий ККД та високу продуктивність фільтрації при невеликих витратах, а також передбачає можливість безповоротного дозування засобів колоїдної стабілізації.

Основна проблема фільтрування пива на традиційних намивних фільтрах – неоднорідність структури фільтруючого шару, що обумовлено нерівномірністю розподілення на опорних елементах частинок, які формують намивний шар. У свою чергу, нерівномірність намиву фільтруючого шару викликано нерівномірністю потоку вздовж зовнішньої поверхні опорних елементів.

Принципова відмінність патронного фільтра TFS – відсутність у ньому трубних грат, призначених для кріплення патронних елементів та поділяючих внутрішній простір фільтра на зони фільтрованого та нефільтрованого пива. При цьому патронні опорні елементи кріплять усередині корпусу за допомогою різьбових з'єднань на спеціальному трубчастому колекторі – регістрі.

Оскільки регістр об'єднує всі патронні елементи, то саме в ньому утворюється простір для фільтрату, а решта простору фільтра заповнена нефільтрованим пивом. Завдяки цій конструктивній зміні патронні фільтри володіють наступними перевагами:

• меншою потребою у кількості води для виведення відпрацьованого допоміжного фільтрувального матеріалу;

• більшою механічною жорсткістю патронів, що дозволяє збільшити їх максимальну довжину (до 2400 мм);

• запобігання осадженню частинок кізельгура;

• підвищеною ефективністю промивки зворотним струмом рідини завдяки вищій швидкості та цілеспрямованому розподілу промивної рідини.

ОЧИСНІ КОМБАЙНИ НОВОГО ПОКОЛІННЯ ДЛЯ МЕХАНІЗОВАНОЇ ПІДЗЕМНОЇ ВИЇМКИ ТОНКИХ ВУГІЛЬНИХ ПЛАСТІВ З НЕСПОКІЙНОЮ ГІПСОМЕТРІЄЮ

Дергоусов В.М., Пермяков О.А.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Вугільна промисловість України потребує розробки та впровадження високоефективних очисних комбайнів нового покоління. Виробництво обладнання для вугільної промисловості – це складний наукомісткий та комплексний технологічний процес. Для цього необхідно мати сильний науково-інженерний потенціал та потужну інтелектуальну та виробничу базу.

На даний час АТ «ХАРКІВСЬКИЙ МАШИНОБУДІВНИЙ ЗАВОД «КОРУМ СВІТЛО ШАХТАРЯ» – найбільше підприємство з випуску гірничошахтного обладнання, одне з найстаріших підприємств вугільної галузі України (у 2021 році заводу виповнилося 130 років), серійно виготовляє велику номенклатуру гірничошахтного обладнання, у тому числі: скребкові конвеєри; стругові установки; очисні та прохідницькі комбайни; винесені системи подачі комбайнів; шахтні трансформаторні підстанції та ін. Діяльність підприємства здійснюється за замкненим циклом: від дослідження, проектування, підготовки виробництва, виробництва до шефмонтажу та техобслуговування поставленого обладнання.

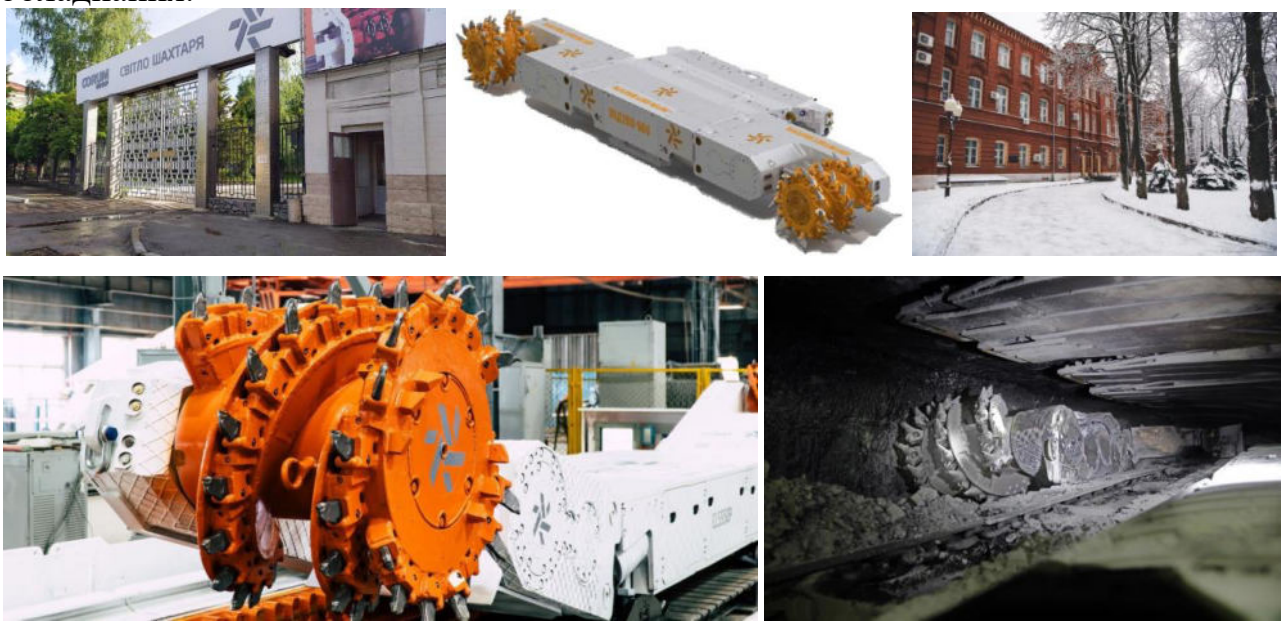


Рисунок 1 – Комбайн очисний УКД200-500 нового покоління

На основі аналізу технологічних можливостей заводу удосконалено організаційно-технологічну структуру та проведена необхідна модернізація виробництва на базі наукових досягнень сучасної технології машинобудування, впроваджено сучасні методи отримання заготівок та механічної обробки, нове ефективне технологічне обладнання, що у сукупності дозволило забезпечити гарантовано стабільну якість очисних комбайнів в умовах серійного виробництва, високу продуктивність та зниження трудомісткості виготовлення.

ФОРМУВАННЯ ПЕРІОДИЧНИХ МІКРОСТРУКТУР ТИПУ «ЛУСКА РИБИ» НА ПОВЕРХНІ СТАЛІ 12Х18Н10Т ШЛЯХОМ НАНОСЕКУНДНОГО ЛАЗЕРНОГО МІКРОТЕКСТУРУВАННЯ

Добротворський С.С.[1], Алексенко Б.О.[1], Басов В.В.[1], Трубін Д.В.[1], Завадзький П.[2], Кощінський М.[3,4]

[1]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

[2]Познанська політехніка, м. Познань, Польща

[3]Познанський університет природничих наук, м. Познань, Польща

[4]Університет Адама Міцкевича, м. Познань, Польща

Сучасне машинобудування потребує ефективних методів модифікації поверхонь для покращення експлуатаційних властивостей матеріалів. Одним із перспективних напрямів є лазерна мікротекстурування, що дозволяє формувати керовані мікроструктури без використання масок або хімічної обробки. Створення періодичних мікрорельєфів на поверхні сталі відкриває нові можливості в авіації, медицині, енергетиці, зокрема для підвищення зносостійкості, керування трибологією, змочуваністю та адгезією.

Метою дослідження було визначення закономірностей формування періодичних мікроструктур типу «луска риби» на поверхні нержавіючої сталі 12Х18Н10Т за допомогою наносекундного лазерного випромінювання, а також розробка математичної моделі відповідного процесу та підтвердження її адекватності в експериментальних умовах.

У дослідженні застосовано математичне моделювання процесів теплопровідності, фазових переходів та абляції із використанням методів скінченних елементів та скінченних різниць. Моделювання виконано з урахуванням параметрів наносекундного лазерного імпульсу. Для верифікації результатів використано експериментальні дослідження з лазером Мінімаркер 2, візуалізацію мікроструктур проведено за допомогою оптичної мікроскопії ZEISS AXIO та 3D-аналізу поверхні мікроскопом KEYENCE VHX 7100.

Результатом роботи стало розроблення математичної моделі формування мікрорельєфу, що враховує взаємозв'язок між енергією імпульсу та глибиною абляції. Встановлено ефект насичення, при якому ефективність наступних імпульсів знижується через накопичення тепла. Продемонстровано, що форма кратерів на обробленій поверхні після впливу лазерного променю відповідає Гауссовому розподілу інтенсивності випромінювання. Експериментально підтверджено можливість керування морфологією поверхневих структур за рахунок зміни параметрів сканування. Отримано високий ступінь відповідності між чисельними та експериментальними даними.

Дослідження підтверджує перспективність методів чисельного моделювання для проєктування лазерного мікротекстурування та відкриває нові горизонти у створенні функціональних поверхонь з передбачуваними характеристиками.

КЕРУВАННЯ ГІДРОФІЛЬНІСТЮ ТИТАНОВИХ ПОВЕРХОНЬ КОМБІНАЦІЄЮ МЕХАНІЧНОГО ТА ЛАЗЕРНОГО ОБРОБЛЕННЯ

Добротворський С.С.[1], Басова Є.В.[1], Трубін Д.В.[1], Завадзький П.[2], Кощінський М.,[3,4]

Національний технічний університет
[1]«Харківський політехнічний інститут», м. Харків
[2]Познанська політехніка, м. Познань, Польща
[3]Познанський університет природничих наук, м. Познань, Польща
[4]Університет Адама Міцкевича, м. Познань, Польща

Титан і його сплави є ключовими матеріалами для біомедичних, аерокосмічних та електронних застосувань завдяки поєднанню міцності, корозійної стійкості та біосумісності. Проте однією з критичних властивостей титанових поверхонь залишається їх змочуваність – здатність проявляти гідрофобність або гідрофільність. В умовах сучасного виробництва необхідний контроль цих властивостей задля забезпечення надійності з'єднань, зниження зношування або покращення інтеграції імплантатів.

Метою даного дослідження було визначення впливу попередньої механічної обробки на ефективність лазерного текстурування титану, зокрема на формування лазерно-індукованих періодичних структур (LIPSS), та встановлення зв'язку між топографією поверхні й її гідрофобними властивостями.

Для досягнення поставленої мети в роботі застосовано комплексний підхід до проведення досліджень. Були використані експериментальні методи вимірювання контактних кутів змочування та аналіз мікрогеометрії поверхні після торцевого фрезерування та фемтосекундного лазерного опромінення. Дослідження проводились із варіацією енергії лазерних імпульсів для вивчення поведінки LIPSS і зміни характеристики змочуваності модифікованої поверхні.

Встановлено, що технологічна спадковість після фрезерування (шорсткість, орієнтація мікропрофілю) суттєво впливає на ефективність формування LIPSS. Доведено, що зменшення початкової шорсткості дозволяє отримати більш однорідні поверхневі структури після лазерного модифікування поверхні, що забезпечують її стабільну гідрофобність. Експерименти показали, що кут змочування титану зростає з 66,35° після фрезерування, та до значень понад 90° після послідовного лазерного текстурування з енергією 3,5 мкДж. Розроблено рекомендації щодо оптимізації параметрів фрезерування для підготовки титанових поверхонь до лазерної обробки, що дозволяє знизити енергоспоживання лазера та покращити точність структурування.

Запропоновані підходи є перспективними для практичного впровадження у виробництво медичних імплантатів та елементів високоточної техніки, де змочуваність поверхні відіграє критичну роль.

МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ФЕМТОСЕКУНДНИХ ЛАЗЕРІВ ДЛЯ МОДИФІКАЦІЇ СТАЛЕВИХ ПОВЕРХОНЬ ШЛЯХОМ ФОРМУВАННЯ ЛАЗЕРНО-ІНДУКОВАНИХ СТРУКТУР

Добротворський С.С.[1], Саприкіна Е.В.[1], Алексенко Б.О.[1], Denys Moskal[2], Jiří Martan[2]

[1]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

[2]Університет Західної Богемії, м. Пльзень, Чеська Республіка

Фемтосекундне лазерне випромінювання дозволяє з високою точністю модифікувати поверхню металів без значного теплового впливу, що відкриває нові можливості у нанотехнологіях та матеріалознавстві. Лазерно-індуковані структури покращують оптичні, електричні та механічні властивості матеріалів, що важливо для мікроелектроніки, біомедичних технологій та антикорозійного захисту[1].

Метою даного дослідження є вивчення процесу формування лазерно-індукованих періодичних структур (LIPSS) на поверхні металів під дією фемтосекундного лазерного випромінювання, а також аналіз впливу магнітного поля на їхні характеристики.

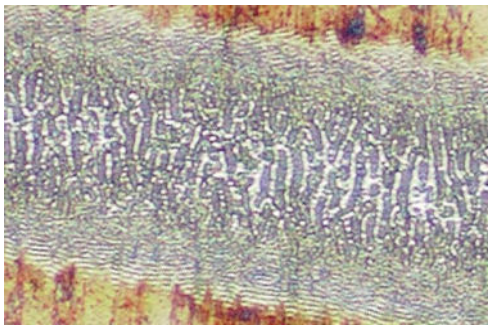


Рисунок 1 – LIPSS-структури на сталевій поверхні.
Знімок отриманий за допомогою цифрової мікроскопії

На першому етапі дослідження було проведено оптимізацію режимів обробки зразків фемтосекундним лазерним випромінюванням, після чого їхня поверхня була детально проаналізована за допомогою цифрової оптичної мікроскопії. Наступним етапом стали експерименти із застосуванням зовнішнього магнітного поля, метою яких було вивчення його впливу на формування LIPSS. Для комплексного аналізу було використано різні типи магнітів, а також створено структури високої (HSFL) та низької (LSFL) просторової частоти. На низьких частотах (LF-LIPSS) структури є більш вираженими, тоді як високочастотні структури (HF-LIPSS) практично не зазнають впливу магнітного поля.

Література:

1. Bonse, J., Höhm, S., Kirner, S. V., Rosenfeld, A., & Krüger, J. (2017). "Laser-induced periodic surface structures–A scientific evergreen." Journal of Applied Physics, 122(22), 225105. DOI: 10.1063/1.5001209

ОПТИМІЗАЦІЯ РЕСУРСІВ МАШИНОБУДІВНИХ МСП УКРАЇНИ

Долгополов О.М., Яковєнко І.Е.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сучасне українське машинобудування поступово відходить від традицій радянської епохи, з її акцентом на масове виробництво. Сьогодні галузь дедалі активніше впроваджує цифрові технології, зокрема автоматизацію процесів, адитивне виробництво, безпаперові технології та комп'ютерну підтримку на всіх етапах створення продукції. Це відповідає глобальним тенденціям Індустрії 4.0, проте розвиток малих та середніх підприємств (МСП), що мають бути рушіями інновацій, стримується низкою факторів.

Однією з ключових проблем є брак інвестицій, що унеможливлює придбання сучасного високотехнологічного обладнання. Найбільше це стосується дорогих металорізальних верстатів, необхідних для точної та ефективної обробки деталей. У таких умовах особливої актуальності набувають підходи до раціонального використання наявного обладнання.

Відповіддю на цю проблему стала методика проектування предметно-замкнутих ділянок для обробки визначених класів деталей. Основою таких ділянок є універсальні верстати, які можуть бути модернізовані або замінені на більш продуктивні в майбутньому. Методика базується на створенні структурованих інформаційних таблиць, отриманих шляхом статистичного аналізу існуючих даних параметрів деталей, їх функціонального призначення та технологічного процесу виконання відповідних виробничих операцій – від характеристик поверхонь, які потрібно обробити, до тривалості кожної технологічної стадії.

На основі цих даних формується комплексний маршрут обробки, що передбачає розподіл концентрованих операцій (якщо вони є в існуючому технологічному процесі), які характерні для масового виробництва, на окремі етапи одноінструментної обробки, враховуючи кінематику формоутворення для конкретного типу обладнання. Застосування технологій машинного навчання (ML for Google Sheets) дозволило розрахувати сумарну завантаженість обладнання і визначити тип та оптимальну кількість верстатів предметно-замкнутої ділянки для виконання прогнозного виробничого завдання з високою долею ймовірності.

У результаті методика дає змогу ефективно планувати конфігурацію предметно-замкнутої ділянки, мінімізуючи витрати й водночас забезпечуючи належну продуктивність, а також при появі можливості інвестицій поступово замінити застаріле обладнання. Це відкриває нові можливості для розвитку МСП у машинобудівному секторі України навіть за умов обмеженого інвестиційного ресурсу.

УЗАГАЛЬНЕНА ЗАЛЕЖНІСТЬ СТІЙКОСТІ РІЖУЧОГО ІНСТРУМЕНТУ ВІД СЕРЕДНЬОЇ ТЕМПЕРАТУРИ РІЗАННЯ

Доля В.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Аналітичним шляхом встановлено, що узагальнена залежність стійкості ріжучого інструменту для всіх інструментальних матеріалів в широкому діапазоні швидкостей різання має максимум чотири піки визначеного часу працездатності. Кількість піків залежить від теплостійкості ріжучого інструменту. Так для швидкоріжучих сталей з теплостійкістю до 600…650°С таких піків може бути один (T_2) для оброблюваних матеріалів не схильних до наростоутворення або два (T_1 і T_2) для матеріалів схильних до наростоутворення (рис.1). Для твердого сплаву з теплостійкістю 800…950°С відповідно один (T_3) або три (T_1, T_2, T_3), для кубічного нітриду бора з теплостійкістю 1500°С та мінералокераміки – 1200°С можна спостерігати незначний підйом стійкості T_4. Ця залежність стійкості ріжучого інструменту від середньої температури різання і є узагальненою. Числове значення піків може бути різним в залежності від властивостей інструментального і оброблюваного матеріалу.

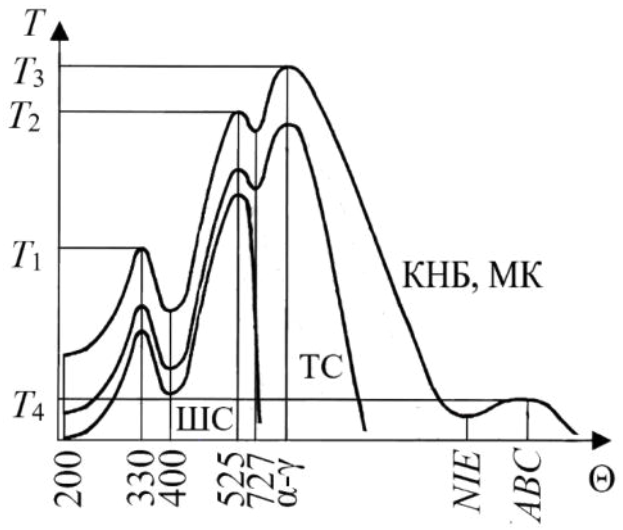


Рисунок 1 – Узагальнена залежність стійкості ріжучого інструменту від температури різання

Підйом стійкості T_1 обумовлено утворенням на поверхні ріжучого інструменту наросту першого вигляду а також відпускною хрупкістю матеріалу, що обробляється, І роду. Підйом стійкості T_2 обумовлено утворенням на поверхні ріжучого інструменту наросту другого вигляду а також відпускною хрупкістю матеріалу, що обробляється, ІІ роду. При обробці тих матеріалів, яким не притаманні ці явища, стійкість ріжучого інструменту зростає монотонно до досягнення значень теплостійкості, потім зменшується. У 1961 році А.Д. Макаров обґрунтував появу підйому стійкості T_3 утворенням в зоні різання температур A_{c3} структурно-фазового перетворення (α→γ). Деяке зростання стійкості T_4 для тих інструментальних матеріалів, які здатні витримувати значні температури, обумовлено появою в зоні різання ледебуритної фази, яка фактично не здійснює опору різанню. Зрозуміло, що довго працювати ріжучий інструмент при таких умовах не буде. На практиці для досягнення максимального терміну стійкості ріжучого інструменту бажано використовувати такі режими різання при яких в зоні різання генеруються оптимальні температури різання: 525°С для ШС і A_{c3} для ТС, КНБ і МК.

УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ВИХОРОКАМЕРНОГО НАСОСА ВСТАНОВЛЕННЯМ ПЛАСТИНКИ-СЕПАРАТОРА У ВИХІДНОМУ КАНАЛІ

Дьомін Д.Р., Тімченко Є.І., Роговий А.С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Використання струминної техніки в системах трубопровідного гідро- та пневмотранспорта стає все більшим через забезпечення безперервності роботи та максимальних показників надійності [1]. Вихорокамерні насоси знаходять широке застосування в системах гідротранспорту, де необхідне ефективне перекачування твердого абразивного при забезпеченні максимальних показників надійності та довговічності [2]. Відомі конструкції вихорокамерних насосів, як правило, характеризуються низьким тиском на виході, що обмежує їх застосування у промислових умовах [3]. У даній роботі пропонується конструктивне вдосконалення вихорокамерного насоса шляхом введення у тангенціальний канал виходу спеціальної пластинки малої товщини. Ця інженерна інновація дозволяє реалізувати ефект стабілізації потоку та попередження відриву потоку від стінок каналу, що в сукупності забезпечує підвищення вихідного тиску та зростання коефіцієнта корисної дії (ККД) пристрою.

Під час роботи насоса несучий потік надходить у вихрову камеру через тангенціальний канал живлення, де змішується з середовищем, що транспортується, яке подається через осьовий канал. Змішаний потік, обтікаючи пластину, рівномірно розподіляється по вихідному каналу, створюючи додатковий динамічний тиск. Таке рішення особливо актуальне для умов, де використання традиційних насосних агрегатів є економічно або технологічно недоцільним. Висока ефективність, проста конструкція та надійність дозволяють використовувати запропонований вихорокамерний насос у промислових трубопровідних системах, зокрема в умовах агресивних середовищ або нестабільного тиску.

Таким чином, впровадження даної моделі є перспективним напрямком удосконалення технічних засобів для систем транспортування середовищ, що поєднує простоту реалізації з високою ефективністю, та відповідає сучасним вимогам енергозбереження.

Література:

1. Роговий, А. С. (2017). Концепція створення вихорокамерних нагнітачів та принципи побудови систем на їх основі. Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, (3), 168-173.

2. Сьомін, Д. О., Роговий, А. С., & Левашов, А. М. (2016). Вплив закручення потоку, що перекачується, на енергетичні характеристики вихрекамерних насосів. Вісник Національного технічного університету ХПІ. Серія: Гідравлічні машини та гідроагрегати, (20), 68-71.

3. Роговий, А. С. (2016). Особливості режимів роботи вихорокамерних нагнітачів. Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету, (75), 120-128.

ПАТЕНТНА ЧИСТОТА В РОЗРОБЦІ НОВИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЛІНІЙ З ОБРОБКИ ТИСКОМ

Іванов Д.О., Кравцова І.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасних умовах активного розвитку технологій особливого значення набуває правове забезпечення інноваційної діяльності. Розробка нових елементів технологічних ліній з обробки металів тиском супроводжується отриманням охоронних документів, і важливою складовою даного процесу є перевірка патентної чистоти – юридичної можливості використання технічного рішення без порушення прав третіх осіб.

Патентна чистота дозволяє виробнику або розробнику бути впевненим, що впровадження технології не суперечить чинним патентам і не потребуватиме отримання ліцензій чи узгоджень із власниками суміжних прав. Особливо актуальним є це питання у галузі обробки тиском, де багато рішень – наприклад, конструкції пресів, системи кріплення штампів або вузли автоматизації – мають патентний захист.

Аналіз патентної інформації здійснюється шляхом пошуку у відкритих національних та міжнародних патентних базах, таких як WIPO, Espacenet, USPTO, з подальшою експертизою формул винаходів і порівнянням технічних рішень (рис.1)

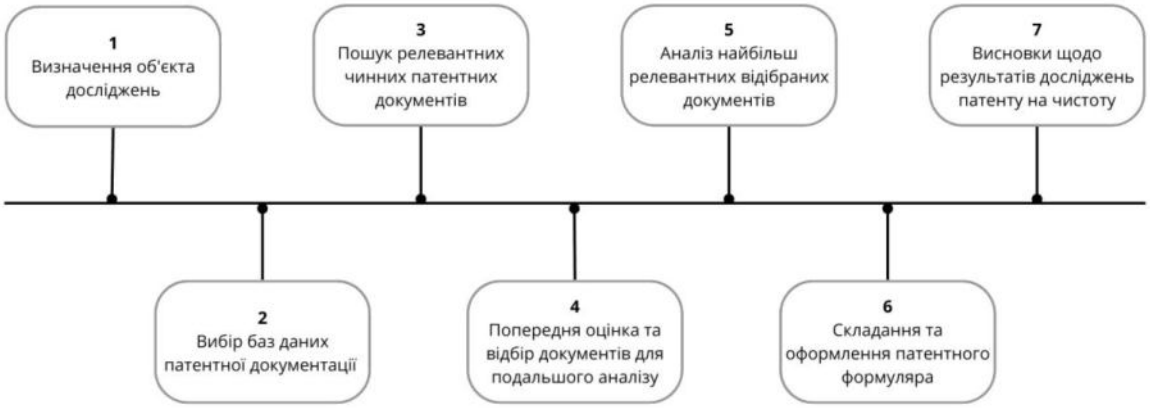


Рисунок 1 – Процес проведення дослідження патенту на чистоту в Україні. Розроблено авторами на основі інформації з сайту УкрНОІВІ

При цьому враховується: територія дії патенту, строк його чинності, межі правової охорони, визначені формулою винаходу.

Результатом аналізу патентної чистоти є: виявлення потенційних латентних ризиків; ухилення від правових порушень; адаптація конструкцію лінії для забезпечення патентної чистоти.

Таким чином, дотримання вимог патентної чистоти є важливим етапом інноваційної діяльності у машинобудуванні. Це дозволяє захистити розробку не лише з технічної, але й з юридичної точки зору, підвищити інвестиційну привабливість продукту та уникнути можливих судових спорів у майбутньому.

ПОРІВНЯННЯ СТАНУ КОМБІНОВАНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В УКРАЇНІ І НІМЕЧЧИНІ

Коваленко В.О., Іванов Д.О., Стрижак В.В., Турчин О.В., Єлефтеріаді М.Д., Єна А.В.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Стан комбінованих перевезень в Україні може бути коректно оцінений шляхом порівняльного аналізу з таким станом у Німеччині, яка є безумовним лідером з точки зору інфраструктури і технічних засобів.

Для забезпечення об'єктивності порівняльного аналізу потрібне використання глосарію, який був впроваджений у 2001 році для використання міжурядовими організаціями Європейського союзу, Європейською конференцією міністрів транспорту (ЄКМТ) і Європейською економічною комісією ООН - Prepared by the UN/ECE, the European Conference of Ministers of Transport (ECMT) and the European Commission (EC).

Автомобільний транспорт.

Україна: частка в перевезеннях близько 50…60% від усіх вантажів. Інфраструктура: дороги зношені, значні витрати на ремонт транспортних засобів. Екологічність: високі викиди CO_2 через старий транспортний парк. Ефективність: проблеми із швидкістю через стан доріг.

Німеччина: частка в перевезеннях близько 71% від усіх вантажів. Інфраструктура: високо розвинена мережа автомагістралей (13 тис. км автобанів). Екологічність: посилений контроль над викидами (EURO 6). Ефективність: швидкі перевезення на коротких та середніх дистанціях.

Інтермодальні перевезення.

Україна: залізницею близько 60% з обсягом 3,9 млн тон, автомобільним транспортом 30% з обсягом приблизно 4,5 млн тон. Річкові та морські перевезення - частка: 10% з обсягом близько 1,5 млн тон.

Німеччина: залізницею близько 55% обсягом близько 330 млн тон, автомобільним (в рамках інтермодальних) 35% з обсягом приблизно 210 млн тон. Морські та порти (контейнерні перевезення) - частка 10% з обсягом 60 млн тон.

З огляду на сьогодення порівняння стану доріг є некоректним, але слід зауважити, що станом на 2021 рік близько 97% доріг потребували капітального чи поточного ремонту, близько 1923 мостів потребували негайного ремонту, а 86 мостів були під загрозою обвалу. Такий стан суттєво обмежує можливості автомобільних перевезень, в першу чергу через вагові параметри автопоїздів, хоча сам ринок автомобільних перевезень є конкурентним на відміну від залізничних.

У Німеччині тонокілометри перевезень автомобільним транспортом сягали близько 307 млрд, що значно перевищує показники України. Це вказує на більшу інтенсивність перевезень та краще використання транспортної інфраструктури.

Отримані оцінки характеризують певні проблеми, які потребують вирішення.

ЕКОНОМІЯ ЕНЕРГІЇ І ЗНИЖЕННЯ МАСИ КРАНУ ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ ЧАСТОТНОГО ПРИВОДУ

Коваленко В.О., Стрелков М.Б., Стрижак В.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Значна актуальність теми зниження енергоспоживання кранами підтверджується як кількістю публікацій у цій галузі, так і різноманітністю підходів, що пропонуються – оптимізація руху механізмів, підвищення ефективності механічних компонентів, зменшення матеріаломісткості та покращення геометрії шляху переміщення візків. Однак питання цілісного розгляду крана в цілому, або механізмів в цілому, режимів їх роботи та особливостей систем приводу недостатньо відображено, а поглиблене вивчення систем приводу частіше зустрічається в дослідженнях електрообладнання. Найближчим дослідженням є робота [1]. Автори цієї роботи також досліджують цикл перевантаження крана в цілому. Однак ця робота не враховує різні типи систем приводу, а переважно розглядає здатність приводу рекуперувати енергію. Крім того, дослідження більше зосереджено на розрахункових та лабораторних умовах робочого циклу. Дослідження [2] також присвячене комплексному розгляду крана, відзначаючи перевагу приводу з плавним регулюванням над системами приводу на основі фазних двигунів, які є традиційними та найдешевшими для електроприводів кранів. Однак, основна увага зосереджена на механічній частині. Представлене дослідження надає кількісну оцінку переваги приводу кранових механізмів плавним регулюванням порівняно з приводом на основі фазного двигуна. У цьому випадку розглядається не окремий механізм, а підйомна машина в цілому. Ще однією перевагою дослідження є те, що метод вимірювання споживаної потужності дозволяє враховувати як механічні елементи, так і всі компоненти електричних кіл, які беруть участь у подачі струму до виконавчих механізмів, що зазвичай не враховується. Ще однією важливою перевагою є те, що дані отримуються з реального виробничого циклу протягом тривалого періоду. Це дозволяє мінімізувати фактори ймовірності, які можуть спотворити результати оцінки. Таким чином, результати цього дослідження легко переносяться на реальні виробничі умови. Ще одним важливим висновком цього дослідження, який випливає з аналізу параметрів крана, є те, що нові крани, розроблені для регульованого приводу, мають меншу масу.

Література:

1. Kosucki, A., Stawiński, Ł., Malenta, P., Zaczyński, J., & Skowrońska, J. (2020). Energy consumption and energy efficiency improvement of overhead crane's mechanisms. Eksploatacja i Niezawodnosc, 22(2). https://doi.org/10.17531/ein.2020.2.15

2. Fei, S., Zhihao, G., Yifei, T., & Xiangdong, L. (2020). Characteristics analyses of energy consumption for bridge crane based on the energy flow. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 758(1). https://doi.org/10.1088/1757-899X/758/1/012002

АЛГОРИТМИ ПОДВІЙНИХ ЦИКЛІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ КОНТЕЙНЕРНИХ ТЕРМІНАЛІВ

Коваленко В.О., Стрижак В.В, Іванов Д.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Використання подвійних циклів при перевалці контейнерів є загальновизнаним інструментом підвищення пропускної здатності терміналів. У світовій науковій літературі представлено багато досліджень, які розглядають як теоретичні засади цього підходу, так і методи планування подвійних циклів та економічну доцільність їхнього застосування. Цей метод широко використовується не тільки для контейнерних перевантажувачів, а й для інших типів перевантажувальної техніки з метою оптимізації їхньої роботи, зокрема для кранів штабелерів, що обслуговують багатоярусні стелажі.

Контейнери зазвичай переміщуються між трьома ключовими зонами: тимчасового зберігання, залізничними платформами та майданчиком для автотранспорту. На цьому рівні існує шлях раціонального використання часу роботи крану: зменшення загальної відстані, яку проходить кран, при за тієї самої кількісті оброблених контейнерів за рахунок об'єднання руху розвантаження або завантаження в одному робочому циклі. Через значну потужність приводів механізмів переміщення крану, цей рух є найбільш витратним за часом і споживанням енергії. Тому очевидною є необхідність мінімізації таких переміщень, що також досягається використанням описаного вище підходу до оптимізації робочого циклу.

В кінцевому рахунку алгоритм подвійного циклу передбачає захоплення наступного контейнера при зворотному русі замість холостого переміщення крану. Завдання алгоритму планування робочого циклу – визначити доцільність взяття наступного контейнера. Доцільність існує, коли відстань до такого вантажу невелика. За великого значення шляху до наступного контейнера робота крана уповільнюється і стає неефективною через зайві переміщення. Тому при планування маршрутів вимагає взяття до уваги не тільки розрахунок часу, а й енергетичні фактори, та можливо довговічність.

Для вирішення завдання оцінки доцільності застосування подвійних циклів у контексті часу перевантаження пропонується використання аналітичної моделі, яка складається з алгоритму формування маршрутів і подальшої оцінки ефективності. Математична модель передбачає використання даних про початкові та кінцеві координати контейнерів. Далі використовуються вагові коефіцієнти, які враховують швидкість руху крану та візка з відповідними потужностями двигунів. Коефіцієнти пріоритету встановлюються з урахуванням необхідності скорочення порожніх переміщень. Елементи черги впорядковуються за зростанням пріоритету, тому контейнер із найменшим значенням обробляється першим. Побудова маршруту виконується ітераційно: для кожного елемента черги система створює вектор переміщення від поточного положення крана до місця доставки контейнера.

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ РОБОЧОГО ЦИКЛУ ВИЛКОВОГО НАВАНТАЖУВАЧА ДЛЯ ВІДТВОРЕННЯ ПРИ ЕКСПЕРИМЕНТІ

Коваленко В.О., Стрижак В.В, Саркісов А.С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Поняття довговічності деталі означає властивість зберігати працездатність до виходу з ладу. При цьому робочий стан деталі передбачає можливі паузи в експлуатації, пов'язані з обслуговуванням і ремонтом. Довговічність означає ресурс або термін служби, тобто роботу до досягнення граничного стану, зазначеного в технічній документації. Термін служби деталі слід розглядати разом з відповідними умовами експлуатації, від яких залежить зміна довговічності. Основним показником досконалості системи обслуговування навантажувачів є безпека їх експлуатації. Тому оптимальна система ремонту вузлів і агрегатів навантажувачів повинна одночасно відповідати вимогам безпечної експлуатації для конкретного виробництва і мінімальним витратам, пов'язаним з її впровадженням. Підвищення довговічності і, відповідно, надійності елементів навантажувача можна досягти шляхом вдосконалення режимів їх роботи і навантажень, що виникають при цьому. Навантажувачі є складними машинами, тому не можуть мати однакову міцність усіх елементів, оскільки це призведе до невиправданого збільшення габаритів і ваги. Тому на етапі проектування заздалегідь передбачається необхідність заміни окремих елементів. Розкид довговічності виражається в значних відхиленнях фактичного терміну служби ідентичних деталей при експлуатації в однакових умовах, обумовлених рядом факторів. До останніх відносяться коливання величини і тривалості дії навантаження, зміна значень механічних характеристик матеріалів.

Довговічність деталей механізмів навантажувачів значною мірою залежить від режимів роботи. Впливає також точність визначення розрахункового еквівалентного навантаження, яка базується на вивченні робочих циклів і умов експлуатації. Прогнозування довговічності елементів базується на використанні гіпотез накопичення втомних пошкоджень. Метод, заснований на гіпотезі лінійного закону підсумовування пошкоджень, дозволяє визначити коефіцієнт довговічності kd деталей навантажувача. Він також дозволяє будувати графіки зміни навантаження на основі ряду параметрів, що характеризують робочі цикли, отриманих експериментально. У дослідженні пропонується вивчати робочі цикли навантажувачів в умовах, наближених до реальної експлуатації, які передбачають виконання основних операцій, характерних для їх роботи: хід без вантажу, завантаження, хід з вантажем, повороти на 90 і 180 градусів, піднімання вантажопідйомника та розвантаження. Значення пробігу навантажувача пропонується в діапазоні від 40 до 80 м. Тривалість одного циклу від 2 до 5 хвилин. Обробка результатів експерименту забезпечується методами математичної статистики з подальшим встановленням кореляційних залежностей.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИЧИН ВИХОДУ З ЛАДУ ЕЛЕМЕНТІВ ТРАНСМІСІЇ ВИЛОЧНИХ НАВАНТАЖУВАЧІВ

Коваленко В.О., Стрижак В.В., Саркісов Р.С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Вирішення науково-практичної задачі підвищення ефективності роботи вилочних навантажувачів, шляхом вдосконалення конструкції гідравлічних об'ємних трансмісій передбачає на першому етапі досліджень визначення можливих причин несправностей елементів гідросистеми. Розглянемо, як приклад руйнування елементів масляного насоса навантажувача. Причинами можуть бути явища організаційного характеру, які в подальших дослідженнях розглядатись не будуть (наприклад, низький рівень трансмісійної рідини і т. д.), які призводять до погіршення властивостей масла або його недостатньої кількості, що порушує умови змащування. Або причини технічного характеру, які потребують вирішення – перегрів трансмісії, при роботі в інтенсивному режимі або при порушенні правил експлуатації. Тоді трансмісія піддається великому навантаженню, що призводить до нагріву всіх вузлів, включаючи масло. У цьому випадку масло втрачає свої властивості, стає більш текучим. Все це призводить до зниження тиску і, як наслідок, до підвищеного зносу деталей насоса. Можливе механічне зношування, яке відбувається в насосах, як і в будь-яких інших механічних елементах. Виникають внутрішні витоки тиску, що призводить до падіння продуктивності. До цих причин також можна віднести руйнування деталей або корпусу насоса. Це відбувається, коли гідромеханічна трансмісія піддається надзвичайно високим навантаженням. У масляному насосі може створюватися дуже високий тиск, що може призвести до його руйнування. Кавітація також може виникнути, якщо в коробці передач недостатньо масла, є витік повітря в системі впуску масла або якщо масло перегріте. Потім бульбашки повітря руйнують поверхні деталей насоса. На рисунку 1 показаний масляний насос, який вийшов з ладу внаслідок зношування елементів.



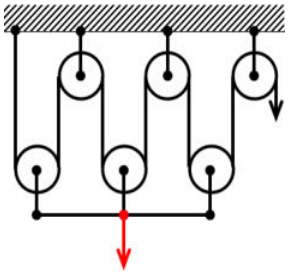
Рисунок 1 – Приклади відмов компонентів гідросистеми трансмісії вилочних навантажувачів

Таким чином, обґрунтування покращення умов роботи, удосконалення режимів динамічного навантаження можуть забезпечити мінімізацію технічних причин відмов деталей, що і буде предметом подальших досліджень.

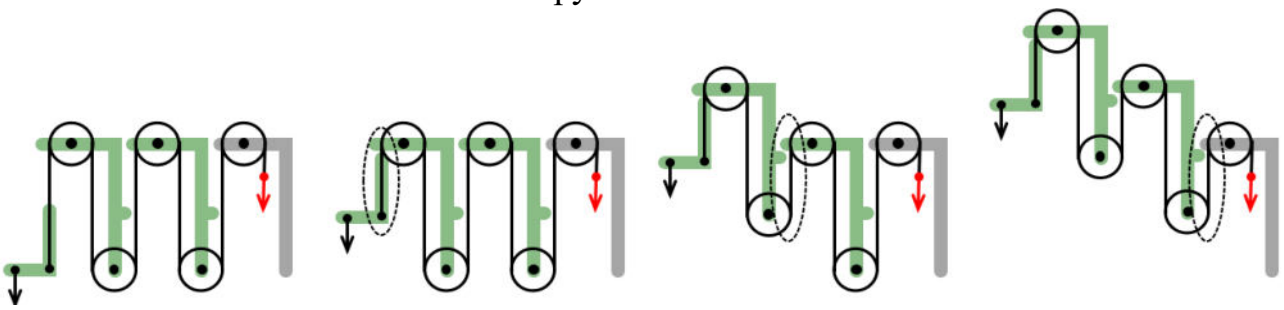
ДОСЛІДЖЕННЯ КАНАТНИХ СИСТЕМЗ ПОЧЕРГОВИМ ВИСУВАННЯМ СЕКЦІЙ ТЕЛЕСКОПІЧНИХ ЩОГЛОВИХ ПІДЙОМНИКІВ

Коваленко В.О., Турчин О.В., Стрижак В.В., Лелюх Є.І.,
Татаренко А.М., Соколовський В.В.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

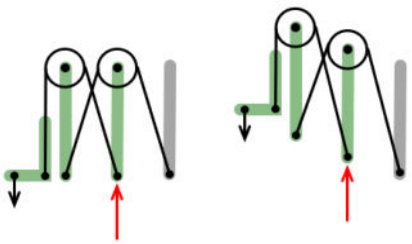
Одна з можливих схем поліспасту телескопічного щоглового підйомника заснована на схемі звичайного поліспасту, але, на відміну від нього, верхні блоки є рухомими, за винятком першого.



Рухомість верхніх блоків суттєво змінює функціювання системи. Всі блоки лише відхиляють канат. Послідовність висування щогл почергова. Вертикальні переміщення щогл обмежені упорами, які обумовлюють кінець відносного руху поточного щогла та початок руху наступного. На рисунку виділені активні ланки канату, які виконують рух висування. Баланс сил такий, що щогла, які не були в контакті з упорами, залишаються нерухомими.



Така схема також забезпечує одинакові переміщення всіх щогл, але це виконується завдяки почерговому порядку руху.



Зліва показана схема з тим же числом щогл, які висуваються одночасно, з каскадним поліспастом. Як видно, схема простіша, та число блоків менше більш ніж вдвічі. Однак, в цьому разі потрібно забезпечити велике активне зусилля.

В цілому, схема з почерговим висуванням є простішою і більш дешевою. Вона поширена в підйомниках з приводом від ручної лебідки. Можливе також використання електричної лебідки. Важлива проблема полягає в необхідності застосування барабану з багатошаровим навиванням канату. Як наслідок, швидкість висування та тяглове зусилля не є постійними. По мірі того, як кількість щогл, які підіймаються, збільшується, збільшується і момент на лебідці, що є негативним фактором.

Однак, при використанні круглоланкового ланцюга з ланцюгозбірником ця проблема вирішується. При цьому в якості лебідки можна застосовувати ланцюговий таль. Привід може бути встановлений як на нерухомому щоглі, так і на останній ланці, яка, зазвичай, є платформою, що підіймається.

Таке рішення може представляти практичний інтерес.

ДОСЛІДЖЕННЯ КАСКАДНИХ ПОЛІСПАСТІВ ТЕЛЕСКОПІЧНИХ ЩОГЛОВИХ ПІДЙОМНИКІВ

Коваленко В.О., Турчин О.В., Стрижак В.В., Лелюх Є.І., Татаренко А.М., Соколовський В.В.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Різновид поліспасту, який застосовується в телескопічних підйомниках, є розповсюдженим в техніці. Такі поліспасти застосовують у вилочних підйомниках, в антенних системах та слайдерах. В якості гнучких ланок частіше за усе використовуються втулочно-роликові ланцюги, а приводом є гідроциліндр або канатна лебідка з поліспстом.

Незважаючи на поширеність, узагальнюючи літературні джерела стосовно принципу роботи та методики розрахунку майже відсутні. Тому представлений нижче матеріал може становити інтерес. На рисунку зображені різні схеми поліспастів з трьома блоками.

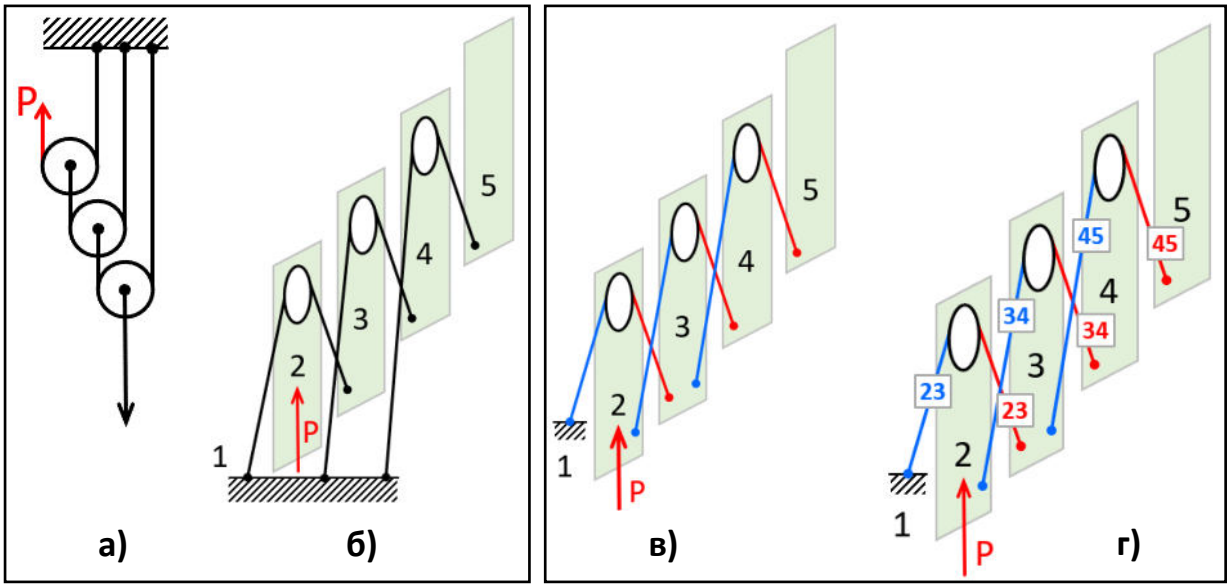


Рисунок 1. а) – степеневий поліспаст; б) – реверсований степеневий поліспаст; в) поліспаст механізму висування щогл; г) – те ж з позначеннями ланцюгів/канатів, в) та г) – схема поліспасту 5-щоглового підйомника, який має 4 висувних та 1 невисувні щогла.

На відміну від степеневих поліспастів, поліспаст телескопічних систем має менше відношення сил та переміщень. Цей поліспаст також не є звичайним. Основна цінність полягає у забезпеченні однакових відносних переміщень ланок, що є важливою умовою для телескопічних систем.

Розрахунок зусиль в тяглових елементах найкраще виконувати послідовно від останньої ланки. Для поліспаста на рисунку формули такі:

– Для ланки 5 $S_{45} = Q + G_5 + W_{45}$;
– Для ланки 4 $S_{34} = (1+1/\eta_п)\cdot S_{45} + G_4 – W_{45} + W_{34}$;
– Для ланки 3 $S_{23} = (1+1/\eta_п)\cdot S_{34} + G_3 – W_{35} + W_{23}$ і т.д.,

де Q – вага вантажу; Gi – вага ланки; η – ККД 2-кратного поліспасту; Wij – сила тертя між ланками.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОЦЕСУ АЛМАЗНО-ІСКРОВОГО ШЛІФУВАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ТВЕРДИХ ЗМАЗОК

Котляр О.В.[1], Руднєв О.В.[1], Гасанов М.І.[1],
Титаренко О.В.[2], Корчагин І.Г. [1]
[1]Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків
[2]Національна академія Національної гвардії України, м. Харків

В рамках виконання держбюджетної теми М2249 була проведена модернізація заточувального верстата 3Д642Е. Модернізація полягала в тому, що живлення електродвигуна головного руху верстата здійснювалося за рахунок частотного перетворювача.

Використання частотного перетворювача дозволило проводити дослідження динамічних показників процесу шліфування у широкому діапазоні частот обертання шпинделя і головне на високих швидкостях різання (більше 50 м/с).

Вимірювання динамічних показників (вібропереміщення, віброшвидкість, віброприскорення) процесу шліфування виконувалося віброметром UNI-T UT312.

Відомо, що для гармонійного коливального процесу існує ряд особливостей, які характеризують лінійний зв'язок між переміщенням, швидкістю та прискоренням, який визначається за допомогою співвідношень:

$$v = 2\pi \times f \times X = a \times 103 / (2\pi \times f),$$

$$X = v / (2\pi \times f) = a \times 103 / (2\pi \times f)2,$$

$$a = (2\pi \times f)2 \times X \times 10\text{-}3 = 2\pi \times f \times v \times 10\text{-}3,$$

де X – вібропереміщення (мкм),
v – віброшвидкість (мм/с);
a – віброприскорення (м/с^2)
f – частота коливань, Гц.

Проведені експериментальні дослідження дозволили підтвердити ці лінійні зв'язки у широкому діапазоні частот обертання шпинделя від 3000 до 10000 об/хв. Також, проведені дослідження дозволили визначити основні характеристики коливальних процесів для цього ж діапазону частот обертання шпинделя: розмах коливань, пікове значення, середньоарифметичне миттєвих значень вібрації, середнє квадратичне значення, коефіцієнт амплітуди або пік-фактор.

Ключові слова: модернізація заточувального верстата, динамічні показники, вібропереміщення, віброшвидкість, віброприскорення.

ГЕОГРАФІЧНА ДИВЕРСИФІКАЦІЯ ПАТЕНТНОЇ АКТИВНОСТІ В ТЕХНОЛОГІЯХ ГНУТТЯ МЕТАЛЕВИХ ПРОФІЛІВ

Кравцова І.О., Семененко Д.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У даній роботі представлено результати аналізу географічного розподілу патентної активності в галузі технологій гнуття металевих профілів за період 2015-2024 рр. Географічний аналіз патентної активності дозволяє визначити центри інноваційного розвитку цих технологій та виявити перспективні напрямки технологічного розвитку.

Дослідження базується на дослідженні міжнародних патентних баз, зокрема: Espacenet (Європейське патентне відомство), USPTO (Патентне відомство США), WIPO (Всесвітня організація інтелектуальної власності), Укрпатент (УкрНОІВІ). Пошукові запити формувалися за міжнародним патентним класифікатором (МПК), зокрема класами: B21D 5/00, B21D 7/00, B21D 11/00.

За кількістю зареєстрованих патентів у досліджуваній області лідерами є: Китай - 42% від загальної кількості патентів, Німеччина - 14%, Японія - 12%, США - 11%, Південна Корея - 8%, Інші країни - 13%.

Аналіз змісту патентів виявив регіональні особливості напрямів технологічного розвитку (табл.1)

Таблиця 1- Основні тенденції технологічних пріоритетів за регіонами

Європейський регіон (Німеччина, Італія, Швейцарія):	**Азійський регіон (Китай, Японія, Південна Корея):**	**Північна Америка (США, Канада):**
- Високоточні технології гнуття для автомобільної промисловості - Енергоефективні методи гнуття - Гнуття високоміцних сталей	- Автоматизовані та роботизовані системи гнуття - Масове виробництво стандартизованих профілів - Інтеграція з цифровими технологіями виробництва	- Гнуття складних геометричних профілів - Адаптивні системи управління процесом гнуття - Технології зниження пружинення матеріалів

Варто відзначити, що в патентах Німеччини найбільша увага приділяється точності та якості згинання (57% патентів), тоді як у китайських патентах акцент робиться на продуктивності та зниженні собівартості (63% патентів) [1].

Література.

1. European Patent Office. (2023). Patent Index 2022: Global Technology Trends in Metal Processing. Munich: EPO Publishing. https://www.epo.org/en/about-us/statistics/patent-index-2023

ЗАСТОСУВАННЯ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ У ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСАХ

Кравцова І.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Згідно з дослідженнями Precedence Research [1], глобальний ринок Індустрії 5.0 у 2023 році оцінювався у 54,21 мільярда доларів США. Прогнозується його суттєве зростання – до 822,38 мільярда доларів США до 2033 року. Індустрія 5.0 (або П'ята промислова революція) фокусується на гармонійній співпраці між людиною та автоматизованими системами. На відміну від Індустрії 4.0, яка концентрувалася на автоматизації та обробці даних, Індустрія 5.0 ставить у центр уваги взаємодію людей з роботами та штучним інтелектом.

Забезпечення якості на етапі виробництва є одним з найпоширеніших напрямів застосування алгоритмів машинного навчання у процесах обробки тиском. Так, наприклад, використовуючи алгоритми машинного навчання з вчителем можна класифікувати дефекти (автоматично визначати тип дефекту за даними з датчиків або зображеннями), прогнозувати ймовірності виникнення дефекту (тобто, прогнозувати появу дефектів на основі параметрів процесу), визначати оптимальні параметри температури, тиску, швидкості деформації з метою оптимізації параметрів процесу, аналізувати дані з датчиків для виявлення невідповідностей у режимі реального часу, прогнозувати стан штампів на основі історичних даних для своєчасного техобслуговування, класифікувати вироби за класами якості (A/B/C/відбраковано) тощо.

Алгоритми машинного навчання без вчителя можуть допомогти виявляти аномалії в параметрах процесу, ідентифікувати оптимальні або критичні режими, виявляти партії з потенційно зниженою якістю, виявляти закономірності у виникненні дефектів тощо.

Типовими задачами забезпечення якості технологічного процесу, що можуть бути вирішені за допомогою алгоритмів машинного навчання з підкріпленням є автоматичне налаштування параметрів штампування в реальному часі, адаптивне управління процесом на основі зворотного зв'язку з метою підвищення стійкості процесу до змін зовнішніх умов, оптимізація послідовності дій оператора/робота з метою зменшення часу підготовки та зниження ризику помилок, визначення найкращого моменту проведення ТО на основі історії експлуатації з метою мінімізація простоїв і запобігання аварій тощо.

Література:

1. Industry 5.0 Market Size, Share, and Trends 2025 to 2034. Precedence Research: вебсайт. Дата оновлення: 07.02.2025 - Режим доступу: https://www.precedenceresearch.com/industry-5-0-market

РОЗРОБКА РАДІАЛЬНО-ДІАГОНАЛЬНОЇ ГІДРОТУРБІНИ

Крупа Є.С., Демчук Р.М., Кісь С.Л.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Радіально-діагональні гідротурбіни (РОД) є перспективним напрямком у сучасній гідроенергетиці, що поєднує переваги радіально-осьових та діагональних лопатевих систем. Основна особливість РОД гідротурбін полягає в їхній здатності ефективно працювати на високих напорах (до 400-600 м) завдяки комбінаторній трьохелементній залежності, яка забезпечує мінімізацію втрат напору на різних режимах експлуатації. Це досягається за рахунок узгодження відкриття направляючого апарату, розвороту лопаток проміжного направляючого апарату та кута розвороту лопатей діагонального колеса.

Розробка та дослідження РОД гідротурбін є важливими через їхні переваги порівняно з традиційними радіально-осьовими гідротурбінами. Зокрема, РОД гідротурбіни мають вищий ККД на оптимальному режимі роботи (на 1-2%), збільшену пропускну здатність (на 50-70%) та значно розширену зону ефективної експлуатації за напорами та витратами. Це робить їх ідеальними для використання на великих гідроелектростанціях, де потрібна висока продуктивність та надійність.

Одним із ключових етапів розробки РОД гідротурбіни є створення її тривимірної геометрії. У рамках даного дослідження було розроблено геометрію РОД гідротурбіни в програмі SolidWorks. Ця модель враховує всі особливості конструкції, включаючи радіально-осьову та діагональну лопатеві системи, що дозволяє провести детальний аналіз потоку.

Наступним етапом стали чисельні розрахунки в програмі Ansys CFX, які дозволили оцінити гідродинамічні характеристики гідротурбіни на оптимальному режимі роботи. Перший етап розрахунків показав перспективність використання РОД гідротурбін для підвищення ефективності гідроенергетичних установок.

Отримані результати підтверджують зниження втрат напору та підвищення КПД порівняно з традиційними радіально-осьовими гідротурбінами.

Таким чином, розробка радіально-діагональних гідротурбін є важливим кроком у напрямку підвищення ефективності гідроенергетики. Подальші дослідження та впровадження РОД гідротурбін дозволять значно підвищити продуктивність гідроелектростанцій, особливо на високих напорах, що є актуальним для сучасних енергетичних систем.

ПОЛІПШЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК УДАРНОГО ПНЕВМОПРИВОДУ ЗА РАХУНОК ПЕРЕХОДУ ДО ІМПУЛЬСНОГО УПРАВЛІННЯ ТА СИНХРОНІЗАЦІЇ РОБОТИ ЦИЛІНДРА З ПНЕВМОРОЗПОДІЛЬНИКОМ

Крутіков Г.А., Стрижак М.Г., Єльников Р.С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Ударний пневмопривод на базі пневмоциліндра з вбудованим резервуаром є одним з найбільш ефективних засобів при реалізації операцій таврування, прошивки, високошвидкісного пресування формувальних сумішей і т.п. При спрацьовуванні розподільника і зростанні тиску в накопичувальній ємності відбувається відрив поршня з вбудованим клапаном від сідла на розділовій перегородці, в результаті чого цей тиск стрибкоподібно починає діяти на всю площу поршня, призводячи до його швидкого розгону, що спричиняє падіння тиску в порожнині акумулятора та зростання – у вихлопній порожнині, і, як наслідок, до пневмовідскоку поршня з розвитком коливального процесу з постійним зміщенням поршня вліво. В результаті поршень б'є по лівій кришці циліндра і ще раз по заготовці (при її наявності), що недопустимо.

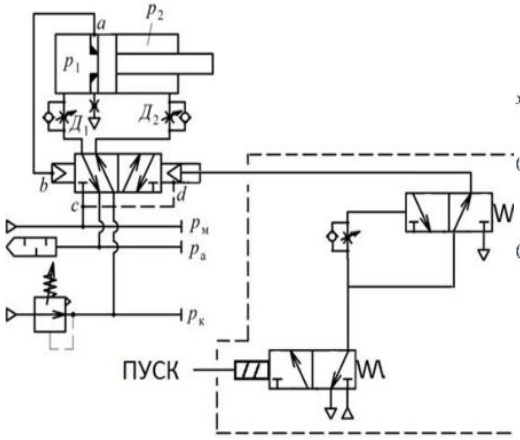


Рис.1. Схема ударного ПП з синхронізацією роботи циліндра і розподільника

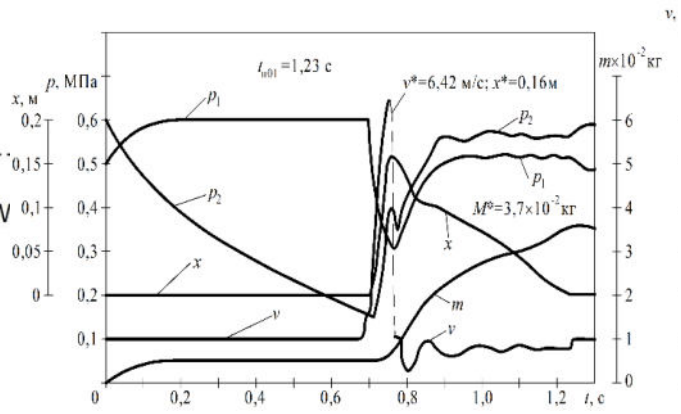


Рис. 2. Барохронна і динамічна діаграма роботи ударного пневмопривода зі схемою на рис. 1

На рис. 1 наведено схему з бістабільним пневморозподільником (з ефектом пам'яті) з імпульсним керуванням і імпульсним пневматичним перетворювачем, що дозволяє усунути цей недолік. Зворотне перемикання розподільника здійснюється через додатковий пневматичний канал управління, що забезпечує синхронізацію спрацьовування пневморозподільника і циліндра. Для зниження непродуктивних витрат повітря використане трирівневе джерело живлення.

На рис. 2 представлена барохронна та динамічна діаграма процесу спрацювання ударного пневмоприводу із запропонованою схемою управління, отримана в результаті комп'ютерного моделювання. Як видно з діаграми, досягається імпульсний удар зі швидкістю удару 6,4 м/с з плавною зворотною посадкою поршня-клапана в сідло.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ ПАТЕНТНОГО ПОШУКУ

Купчук В. В., Кравцова І.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасному світі, де темпи технічного прогресу стрімко зростають, саме патентна інформація стає важливим джерелом технічних знань, стратегічного розвитку та конкурентних переваг. Найпоширенішими системами патентного пошуку є наступні: УкрНОІВІ, USPTO, Google Patents, Espacenet, The Lens, WIPO Patentscope, кожна з яких має свої особливості (табл.1).

Таблиця 1 – Базові характеристики систем патентного пошуку

Параметр	Укр НОІВІ	USPTO	Google Patents	Espacenet	The Lens	WIPO Patentscope
Покриття	Патенти України	Патенти США	Міжнародне (100+ офісів)	Міжнародне (100+ країн)	Міжнародне	Міжнародне (PCT та національні офіси)
Мова інтерфейсу	Укр, рос., англ.	Англ.	Багатомовний	Багатомовний	Багатомовний	Багатомовний
Мова пошуку	Укр, англ	Англ.	Будь-яка (автопереклад)	Англ, нім., франц., інші	Англ. та інші	Будь-яка (автопереклад)
Інтерфейс користувача	Простий, застарілий	Складний, технічний	Зручний, інтуїтивний	Сучасний, гнучкий	Сучасний, з фільтрами	Сучасний, структурований

В ході виконання пошуку патентів була проведена оцінка досвіду користування обраними системами експертним методом за 5-ти бальною шкалою за наступними критеріями (табл.2)

Таблиця 2 – Експертна оцінка досвіду користування

Критерій	Укр НОІВІ	USPTO	Google Patents	Espacenet	The Lens	WIPO Patentscope
1. Простота інтерфейсу	4	2	2	4	5	3
2. Доступність українською мовою	5	2	5	4	4	5
3. Зрозумілість пошуку	4	2	2	4	5	3
4. Швидкість доступу до інформації	3	3	2	4	5	3
5. Можливість знайти потрібне без підготовки	3	2	2	3	5	2
6. Візуальність, графіки, зрозумілі PDF	4	2	1	4	5	3
7. Можливість експериментувати без реєстрації	5	2	5	5	5	5
8. Пошук українських патентів	5	1	2	3	2	3
Середнє значення	**4,1**	**2,0**	**2,6**	**3,9**	**4,5**	**3,3**

Таким чином, найпростішими у користуванні при пошуку міжнародних патентів є Espacenet та The Lens, а для пошуку українських патентів найкращою системою є сайт УкрНОІВІ.

ВИКОРИСТАННЯ КІЛЬЦЕВИХ ЗАТВОРІВ ГІДРОТУРБІН ПРИ АВАРІЙНИХ РЕЖИМАХ РОБОТИ

Кухтенков Ю.М., Дранковський В.Е., Назаренко С.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Відносно висока вартість виробництва високонапірних шарових і дискових затворів гідротурбін, значущі капітальні витрати на обладнання приміщень і фундаментів під затвори привели до вирішення питання про перекриття проточної частини гідротурбіни та відсікання потоку води на робоче колесо спеціальним *кільцевим турбінним затвором*. Застосування кільцевих затворів гідротурбін обмежено певною схемою гідровузла (короткий автономний турбінний водовод, наявність ремонтного щита на головній споруді) і пов'язано з вирішенням таких технічних проблем, як розміщення приводів затвора на кришці турбіни, забезпечення надійного ущільнення.

Запропоновано конструкцію кільцевого затвору гідротурбіни з додатковим розвантаженням, що містять кільце затвору, яке за допомогою гідроциліндрів рухається в камері затвору. Кільце затвору виконане з можливістю при швидкому аварійному опусканні в потоці води під дією сил тяжіння та різниці тисків у камері затвора та під кільцем затвора ковзати вниз по вихідних кромках статора та має додаткове розвантаження у вигляді розвантажувальних труб з встановленими в них регульованими перепускними клапанами та аератором, що з'єднують камеру кільцевого затвора з зоною низького тиску між кільцевим затвором та напрямним апаратом гідротурбіни.

Після встановлення додаткових пристроїв, у вигляді розвантажувальних труб з регульованими перепускними клапанами та аератором за кільцевим затвором при русі води від статора до напрямного апарату досягаємо:

1. Вирівнюємо тиск з обох сторін кільця затвору, значно знижуємо додаткові гідродинамічні навантаження на кільце затвора, що дає можливість маневрувати їм з меншими зусиллями, що робить його більш рухомим та керованим та зменшується час закриття кільцевого затвору до 1,5-2 хвилин, що дозволяє його використовувати на *аварійних режимах* роботи.

2. Встановлення регульованих перепускних клапанів в розвантажувальних трубах дає можливість для регулювання витрати води між затвором та напрямним апаратом.

3. Встановлені аератори необхідні для поліпшення розподілу витрати води.

4. При опусканні за затвором знищується зона низького тиску і відповідно завихрення потоку, що призводило до розгойдування кільця затвору та ударів у проточній частині. Це також зменшить енергію цих явищ.

Запропоновано також конструкцію кільцевого затвору з регульованими клапанами впуску повітря для зменшення кавітаційних процесів за кільцем при його русі донизу.

В подальшому ці кільцеві затвори гідротурбін можуть бути використані на ГЕС та ГАЕС на напори 100-400 метрів у якості *аварійних*.

МЕТОДИ ВИЯВЛЕННЯ ПАТЕНТНИХ ПОРУШЕНЬ В АВТОМАТИЗОВАНИХ ЛІНІЯХ ОБРОБКИ МЕТАЛІВ

Лисенко О.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В умовах швидкого розвитку технологій і автоматизації виробничих процесів особливо важливим стає питання захисту інтелектуальної власності, зокрема, виявлення порушень патентних прав. Особливо актуальним це є для сфер, де активно використовуються автоматизовані лінії обробки металів. Завдяки використанню новітніх технологій, обробка металів значно підвищує ефективність виробництва, але одночасно виникає ймовірність порушення патентів, що потребує оперативного виявлення і правового реагування.

Основними методами виявлення патентних порушень є: аналіз патентних баз даних, методи експертних оцінок, використання автоматизованих систем моніторингу та алгоритмів машинного навчання. Першим кроком зазвичай є детальний аналіз патентних баз даних, таких як Укрпатент, Espacenet або Google Patents. Спеціалізоване програмне забезпечення дозволяє здійснювати порівняння нових технологій з існуючими патентами, що дає змогу оперативно виявляти порушення і вживати необхідних заходів для захисту прав інтелектуальної власності. Такий підхід дозволяє значно скоротити час на проведення перевірок та підвищити точність виявлення порушень.

Окрім того, важливою складовою є застосування автоматизованих систем моніторингу, які дозволяють у реальному часі відстежувати використання запатентованих технологій на виробничих лініях. Вони автоматично порівнюють технологічні процеси з існуючими патентами, що дозволяє своєчасно реагувати на потенційні порушення. Із розвитком штучного інтелекту та методів машинного навчання, точність і швидкість виявлення порушень значно покращуються, оскільки алгоритми навчання можуть враховувати навіть найменші зміни, які важко виявити традиційними методами.

Спільна робота технічних та юридичних експертів є важливим елементом у цьому процесі. Технічні фахівці аналізують конкретні аспекти технологій і процесів, а юристи допомагають правильно трактувати патентні права та визначати шляхи їх захисту. Тільки комплексний підхід до вирішення цього питання дозволяє ефективно знижувати ризики порушень та забезпечувати надійний захист інтелектуальної власності.

В результаті використання таких сучасних методів, як аналіз баз даних, автоматизовані системи моніторингу та методи машинного навчання, значно знижується ймовірність порушення патентних прав у процесах обробки металів. У майбутньому, з розвитком нових технологій, такі методи можуть стати ще більш ефективними і точними, що дозволить забезпечити високий рівень захисту інтелектуальної власності у виробничих сферах.

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ВИСОКОНАПІРНОЇ ГІДРОТУРБІНИ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ГЕС

Миронов К.А., Дмитрієнко О.В., Деветьярова С.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В роботі розглянуто питання обґрунтування вибору типу високонапірної гідротурбіни при проектуванні ГЕС на напори від 200 до 800м. Встановлено, що на такі напори використовуються радіально-осьові (реактивні) та ковшові (активні) гідротурбіни. Гідротурбіни, що використовують лише кінетичну енергію потоку, називають активними. В активній гідротурбіні вода перед робочим колесом і за ним має тиск, як правило, рівний атмосферному. Якщо використовується хоча б частково потенційна енергія тиску – реактивними. В них процес перетворення енергії відбувається при тиску на вході, вище ніж атмосферний тиск. При цьому частково використовується і швидкісний напір. В активних гідротурбінах вода підводиться до робочого колеса через сопла, в реактивних через напрямний апарат.

За останні 30 років стався великий розвиток технологій виготовлення як активних так і реактивних гідротурбін і тому вибір типу високонапірної гідротурбіни необхідно проводити з урахуванням сучасних умов. В таблиці наведено критерії порівняння активних і реактивних гідротурбін.

Таблиця 1 – Критерії порівняння активних і реактивних гідротурбін

Критерії	Радіально-осьові	Ковшові
Енергетичні характеристики	Високий максимальний ККД (приблизно на 3% вище)	Досить пологa крива ККД, високий ККД при частковому навантаженні
Проблеми при експлуатації	Високий рівень вібрації та кавітації при частковому навантаження	Серйозних проблем немає
Початкові капіталовкладення	Витрати на генератор менше; машзал - менше, але підземний	Машзал - більше, але можливо використання надземного варіанту
Чутливість до абразивному зносу	Багато деталей проточної частини схильні до абразивного зносу	Абразивному зносу схильні лише деякі частини конструкції
Термін служби	Відносно високий, особливо у випадку відсутності піщаної ерозії	Високий завдяки застосуванню технології кованих робочих коліс та використання сучасних покриттів

ДОСЛІДЖЕННЯ ФОРМОЗМІНИ МЕТАЛУ ПРИ ФОРМУВАННІ КОЛІНЧАСТОГО ВАЛУ ВІЛЬНИМ КУВАННЯМ

Палієнко В.О., Чухліб В.Л.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сучасний розвиток промисловості в світі вимагає і розвиток сучасних технологічних рішень вже існуючих технологічних процесів. Одним із важливих виробів є колінчастий вал. Він повинен відповідати, як функціональним вимогам, так і вимогам з якості його виготовлення. Особливо це стосується колінчастих валів, які отримуються вільним куванням. Вільним куванням отримують вали з масою від декількох тон. Для цього використовується заготовка у вигляді злитка, який має ще більшу масу, чим поковка колінчастого валу. Питання раціонального використання матеріалу заготовки постає досить гостро з двох напрямків – економія металу та раціональна формозміна заготовки під час деформування для отримання якісного продукту. Враховуючи конструктивні та експлуатаційні характеристики колінчастого валу основним питанням є отримання якості продукції при раціональній формозміні металу під час кування.

Дослідження формозміни заготовки під час кування виконувалося в сучасному програмному комплексі QFORM [1], який дозволяє визначати показники напружено-деформованого стану при використанні різних режимів деформування при куванні колінчастого валу. Основною відмінністю запропонованого технологічного рішення є використання інструменту «перетискач», який дозволяє формувати щоку колінчастого валу безпосередньо процесом кування. Визначення показників нерівномірності при застосування запропонованих технологічних рішень виконувалось при застосуванні метода нерівномірності [2]. Застосування технологічного інструменту «перетискач» дозволяє скоротити витрати металу на отримання колінчастого валу та одночасно підвищити якість продукції за рахунок раціонального напряму деформування при куванні.

Література:

1. Біба М.В. Досвід застосування програми QForm для моделювання процесів ОМТ в промисловості, освіті та дослідженнях/ М. В. Біба // Пластична деформація металів : матеріали наук.-практ. конф. : тез. допов., 22-26 травня 2017 р., м. Дніпро. – Дніпро, 2017. – Стор. 9.

2. Розробка технологічної концепції проектування процесів кування з урахуванням впливу режиму деформування на якість поковок / В. Л. Чухліб [та ін.] // Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Сер.: Гідравлічні машини та гідроагрегати = Bulletin of the National Technical University "KhPI". Ser.: Hydraulic machines and hydraulic units : зб. наук. пр. – Харків : НТУ "ХПІ", 2021. – № 1. – Стор. 95-103.

АКТУАЛЬНІСТЬ CALS-ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ

Панамарьова[1] О.Б., Старих І.В.,[2] Мінзар В.М.[2]

[1] Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

[2] ВСП «Харківський комп'ютерно-технологічний фаховий коледж Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасних військово-політичних та ринково-економічних умовах Україні інформаційні технології набувають особливої важливості в підтримці ефективності промислового виробництва. У зв'язку з цим виникає потреба у переході від традиційних інтегрованих автоматизованих систем управління до більш досконалих рішень, здатних охоплювати всі етапи життєвого циклу продукту – від дослідження ринку до експлуатації й утилізації. Це особливо актуально для складних, наукомістких виробів. Вирішенням цієї задачі виступають CALS-технології (Continuous Acquisition and Life Cycle Support), що забезпечують інтегроване використання інформації на всіх фазах життєвого циклу продукції.

Метою даної роботи є висвітлення актуальності створення баз даних для високотехнологічної машинобудівної продукції протягом усього їх життєвого циклу в країнах з напруженим політико-військовим станом.

Розвиток концепції CALS призвів до виникнення нової організаційної моделі реалізації наукомістких проєктів – віртуального підприємства. У такій моделі виготовлення конкретного виробу забезпечується шляхом кооперації кількох незалежних, або віддалених компаній. Віртуальне підприємство формується на основі контрактних домовленостей між учасниками, не має спільної юридичної структури, проте функціонує в межах єдиної інформаційної системи, що забезпечує інтеграцію та підтримку процесів на всіх етапах життєвого циклу продукції. Його існування обмежене тривалістю проєкту або життєвим циклом виробу. Підрозділи можуть бути розташовані розрізнено по країні, що зменшує вірогідність пошкодження всього виробництва, у випадку ракетної атаки, також є можливість співпраці з іноземними партнерами через використання єдиної інформаційної бази для всього життєвого циклу виробу.

В умовах війни така модель є актуальною для будови підприємства по виробництву продукції для машинобудівного, військово-промислового та авіаційного секторів промисловості.

Література:

1. Скворчевський О. Є. CALS-концепція логістичної підтримки життєвого циклу озброєння та військової техніки: національні аспекти впровадження // Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони = Modern Information Technologies in the Sphere of Security and Defence. – 2019. – № 1 (34). – С. 45-52.

2. NATO CALS handbook. – 2000. – 307 p.

ЧИСЕЛЬНІ І ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КІЛЬКОСТІ КОЛОН СТАТОРА НА ЕНЕРГЕТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАСОС-ТУРБІНИ НА НАПОРИ ДО 200 М

Панов А.Ю., Кириченко Є.В., Хорєв О.М., Коротаєв П.О., Биков Ю.А., Агібалов Є.С.

Інститут енергетичних машин і систем ім. А.М. Підгорного Національної академії наук України, Харків

За допомогою сучасних чисельних і експериментальних методів дослідження просторової течії рідини в моделях насос-турбін на напори до 200 м визначено вплив кількості колон статора на енергетичні показники в турбінному і насосному режимах.

В якості вихідного об'єкту дослідження прийнята модель проточної частини насос-турбіни ОРО5252М7 на напори до 200 м , яка включає спіральну камеру зі статором, напрямний апарат, робоче колесо і відсмоктувальну трубу.

Спіральна камера розрахована за законом $V_u=const$, кут обхвату в плані $\varphi = 360^o$, поперечні перетини круглі. Статор вихідного варіанту мав 20 профільованих колон, в тому числі зуб спіралі. Напрямний апарат налічує 20 лопаток позитивної кривизни висотою $b_0=0{,}14D_1$, діаметр розташування $D_0=1{,}2D_1$. Робоче колесо моделі $D_1=350$ мм з 7 лопатями. Відсмоктувальна труба з коліном КУ-3РО загальною висотою $h = 3{,}19D_1$ і довжиною $L = 4{,}5D_1$.

Модернізована модель ОРО5252М7-10 відрізнялася тільки кількістю колон статора – 10 тієї ж форми.

Чисельні дослідження течії в'язкої нестисливої рідини в турбінному і насосному режимах проведено за допомогою програми Ansys, на яку ІЕМС має ліцензію.

Отримано і проаналізовано структуру потоку в першу чергу в області статора і напрямного апарату в турбінному і насосному режимах.

Експериментальні дослідження робочого процесу в моделях насос-турбін проведено на стенді ЕКС-30 ІЕМС, який оснащено сучасним обладнання і вимірювальною апаратурою. Показники і характеристики стенду відповідають всім основним рекомендаціям і вимогам міжнародного енергетичного коду МЕК 60193 щодо проведення дослідницьких та приймально-здавальних випробувань моделей гідромашин. Лопаті робочих коліс для зниження вартості і термінів досліджень було виготовлено методом 3Д друку з пластику *PLA*.

В результаті отримано робочі і універсальні характеристики обох варіантів моделей.

Порівняння результатів в турбінному режимі показали, що модель з 10 колонами має гірші енергетичні показники практично у всьому діапазоні роботи.

В насосному режимі модель з 10 статорними колонами має кращі напірні характеристики практично при всіх значеннях відкриття напрямного апарату в широкому діапазоні подач. За рівнем ККД модель з РК5252М7-10 має кращі характеристики, ніж вихідне з 20 колонами статора.

МОДЕРНІЗАЦІЯ УНІВЕРСАЛЬНИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ МАШИН ТА МІКРОСКОПІВ ТИПУ УИМ

Пермяков О.А., Калініченко В.А., Бочаров В.Б.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В більшості метрологічних підрозділів машинобудівних підприємств України до сих пір експлуатуються універсальні мікроскопи типу УИМ, ДИП, які мають застарілий аналоговий відлік, що базується на оптичні схемі відліку по прецизійним скляним шкалам. Ці прилади мають чудову механічну базу, проте мають суттєвий недолік – відсутність можливості застосування цифрової обробки вимірювальної інформації, оскільки проведення вимірювання передбачає лише аналогове зняття відліку за допомогою зору оператора. Для усунення цього недоліку рекомендується проведення корінної модернізації оптичної відлікової системи шляхом заміни її на високоточні оптичні енкодори Renishaw типу RGH24, 25 з розподільчою здатністю 0,1 мкм. В якості чутливих датчиків дотику застосовувати індуктивні датчик 0,01 мкм.

Модернізована універсальна машина типу ИЗМ-1 представлена на рис.1, під час модернізації. Були виконані наступні роботи: ремонт направляючих переміщення вимірювальних бабок, заміна конструктивних старих елементів відліку, монтаж інкрементальної системи енкодерів Renishaw, проведено калібрування та тестування програмного забезпечення власного виробництва.

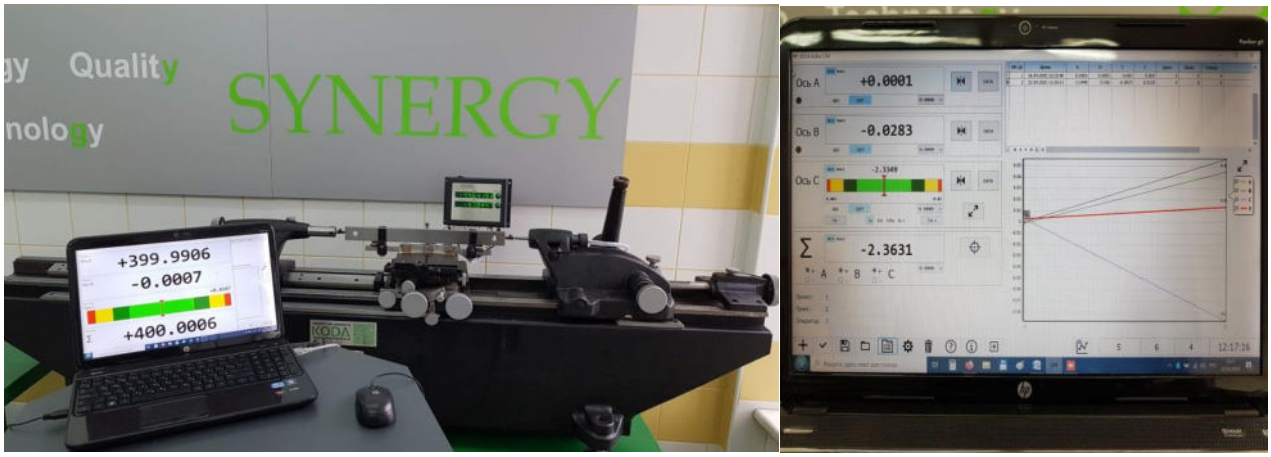


Рисунок 1 – Модернізована вимірювальна машина

Проведена модернізація на прикладі універсальної вимірювальної машини дозволила усунути такі недоліки: перейти від відносних вимірювань із застосуванням кінцевих мір довжини до абсолютних вимірювань на основі інварових вимірювальних шкал, забезпечити автоматизоване протоколювання вимірів за допомогою розробленого програмного забезпечення KODA.REFLEX, усунути значний вплив оператора на результат вимірювання, підвищити точність вимірювальної машини, що підтверджується результатами калібрування за допомогою лазерного інтерферометру RENISHAW XL-80.

РЕВЕРСИВНИЙ ІНЖИНІРИНГ ДЕТАЛЕЙ НА ОСНОВІ ЕКСТРУЗІЙНОГО 3D-ДРУКУ КОНСТРУКЦІЙНИМИ ТЕРМОПЛАСТИКАМИ

Пермяков О.А., Пермяков О.О., Яковенко І.Е., Гарасенко І.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Зворотне проектування або реверсивний інжиніринг (reverse-engineering) – сучасний процес створення точної копії об'єкта за вже існуючим зразком. Воно потрібне коли необхідно відновити зношені деталі або ті, що вийшли з ладу. Адитивне виробництво (3D-друк) – процес створення цілісних тривимірних об'єктів будь якої геометричної форми на основі цифрової 3D-моделі. Це дозволяє спростити процес технологічної підготовки виробництва.

Під час виконання актуального виробничого завдання з оперативного ремонту рольгангу (роликового конвеєру) для відновлення зношених роликів (рис.1) було прийняти рішення використати трубу зварну 60,3х2 S235JRH за стандартом EN10219, підшипники 6200, осадові пружинні кільця по DIN471, вісь виготовити з каліброваного стержня Fi10H8 S355J2C+C, а торцеві опорні кришки виготовити сучасним адитивнім методом екструзійного 3D-друку з конструкційного термопластика PETG-CF, інноваційного композитного матеріалу, що забезпечує чудову жорсткість і міцність завдяки додавання вуглецевого волокна. За багаторазово перевіреною методикою були створені 3D-моделі, отримані куруючи програми для 3D-принтеру та надруковані деталі.



Рисунок 1 – Реверсивний інжиніринг роликів рольгангу

Підхід до реверсивного інжинірингу деталей шляхом створення точної копії за вже існуючим зразком методом екструзійного 3D-друку сучасними конструкційними термопластиками дозволяє суттєво скоротити час на відновлення зношених або втрачених деталей та за необхідністю виробляти їх серійно, використовуючи всі переваги інтеграції CAD/CAM/CAE систем.

ТЕХНОЛОГІЧНЕ ТА МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОЦЕСІВ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ПРИ РЕВЕРСИВНОМУ ІНЖИНІРИНГУ

Пермяков О.А., Фадєєв А.В.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Доцільність відновлення деталей зумовлена можливістю повторного використання більшості деталей. Собівартість відновлення деталей звичайно не перевищує вартості нових тому, що витрати на матеріал нижчі, але у разі значного пошкодження деталі існуючи методи ремонту можуть не мати економічних переваг у порівнянні з виготовленням нової. Вибір раціонального способу відновлення зношених або пошкоджених деталей є актуальною проблемою сучасного машинобудівного виробництва тісно пов’язаною із досягненнями і рівнем розвитку інтегрованих та комп'ютерних технологій в машинобудуванні. Реверсивний інжиніринг або зворотне проектування як сучасний процес створення точної копії об'єкта за вже існуючим зразком дозволяє у більшості випадків ефективно вирішувати виробниче завдання відновлення пошкоджених деталей, в першу чергу він дозволяє суттєво скоротити час на виготовлення деталей на заміну зношених або втрачених, а за необхідністю дозволяє виробляти їх серійно.

За весь період розвитку технології машинобудування як науки розроблено, впроваджено й описано загальні принципи та рекомендації, методологію й методики проєктування технологічних процесів виготовлення та складання машин з урахуванням усього різноманіття типів виробництв , видів організації виробничих процесів, галузевої особливості тощо.

Без відповідних програмних та технічних засобів реверсивний інжиніринг існувати не може. У теперішний час існує величезна кількість програмних засобів та різноманітного високоточного обладнання, що забезпечує проведення всіх видів контролю деталей на виробництві.

Необхідно на підставі системного аналізу та узагальнення досягнень технології машинобудування та ремонтного виробництва запропонувати методологію технологічного та метрологічного забезпечення відновлення деталей при реверсивному інжинірингу. Для цього потрібно вирішити наступні задачі: уточнити і доповнити структуру життєвого циклу виробу, в першу чергу для етапів, що забезпечують продовження термінів служби деталей на основі реверсивного інжинірингу; розробити загальну схему і структуру технологічного та інформаційного забезпечення при технологічній підготовки виробництва з відновлення зношених або пошкоджених деталей з використанням різних методів адитивного та субтрактивного виробництва, що забезпечують його ефективність; на основі встановлення системних відмінностей між схемами технологічного процесу виготовлення і відновлення деталі запропонувати нові рішення з метрологічного забезпечення шляхом впровадження сучасних методів та засобів контрольних операцій.

ВИБІР СХЕМИ БАЗУВАННЯ ДЕТАЛІ ПРИ КОМПОЗИЦІЙНОМУ ПРОЕКТУВАННІ ВЕРСТАТІВ АГРЕГАТНО-МОДУЛЬНОЇ КОНСТРУКЦІЇ

Пермяков О.А., Яковенко І.Е., Шепелєв Д.К.,
Грдзелідзе Т.С., Кондратов М.Г.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Однією з важливих завдань, що виникають на ранніх етапах проектування технологічних процесів і оснащення, є підбір схеми базування деталі. Схема базування є основою для подальшого проектування і компонування верстатів агрегатно-модульної конструкції. Від правильності вибору технологічних баз багато в чому залежать: точність отримання та правильність взаємного розташування поверхонь; рівень конструктивної складності пристосувань, різального та вимірювального інструменту; продуктивність обробки.

Для можливості реалізації композиційного проектування верстатів агрегатно-модульної конструкції запропонована модель узагальненої деталі (рис. 1). Особливістю цієї деталі є те, що її можна розглядати як призматичне, так і циліндричне тіло. Для варіантів різного визначення розмірів її зручно використовувати для призначення технологічних баз і їхнього порівняння.

Ця узагальнена деталь може бути базована за будь-якою з відомих схем: за схемою базування призматичних тіл «установча – напрямна – опорна»; за схемою базування корпусних деталей з установкою на площину з центруючим штифтом «установча – центруюча – опорна»; за схемою базування тіл обертання «подвійна напрямна – опорна – опорна». Кожна схема базування деталі має похибку базування залежну від способу визначення розмірів оброблюваної поверхні. Необхідне формулювання рекомендації по базуванню узагальненої деталі з меншою похибкою базування, що дозволить їх використовувати при базуванні реальних деталей з елементами схожої форми.

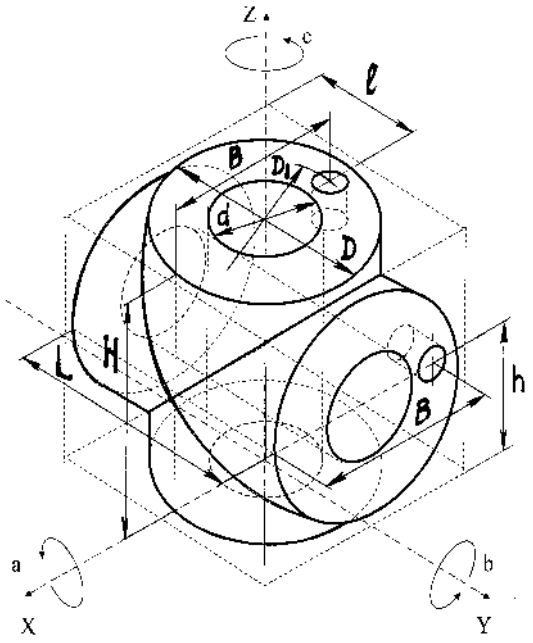


Рисунок 1 – Геометрична модель узагальненої деталі «хрестовина»

ВИКОРИСТАННЯ АДИТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ВИРОБНИЦТВІ ДЕТАЛЕЙ ЗАТИСКНИХ ПРИСТРОЇВ

Похил А.В., Яковенко І.Е.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Адитивні технології, або інакше 3D-друк, відкривають нові можливості для виготовлення деталей у всіх сферах життєвої діяльності людини: машинобудуванні, авіації, медицині, будівництві та багатьох інших галузях. Однією з переваг адитивної технології для машинобудування є можливість виготовлення деталі одразу після отримання 3д моделі без додаткових витрат на проєктування технології механічної обробки та, як слідство, зменшити витрати на виробництво.

Однак є і недоліки.

По перше, це не дуже висока точність формування та якість поверхневого шару деталі, що потребує додаткової механічної обробки після друку.

По друге, відсутність достатньої жорсткості матеріалу у порівняні з металами.

По трете, відносна висока вартість порошкового матеріалу при виготовленні деталі з металу.

Однак, незважаючи на недоліки цю технологію доцільно використовувати при виготовленні елементів та вузлів установчо-затискних пристроїв металорізальних верстатів. Особливо це відноситься до пристроїв, які проєктуються та виготовляються на основі агрегатно-модульного принципу та в першу чергу стосується деталей які не впливають на точність базування й надійність закріплення заготовки (важелі, траверси, підкладки, корпуси та ін.).

Перевага адитивного виробництва таких деталей в тому, що є можливість розробки параметричної 3D моделі, яка дозволяє досить швидко отримати реальну модель та виконати 3D друк деталі.

Автори пропонують методику яка спрощує процедуру розробки параметричної 3D моделі, яка буде зберігатися у цифровому вигляді та використовуватися за необхідністю. Для цього потрібна структурована інформація про функціональне призначення деталі, щоб як найкраще підібрати матеріал, технологію та обладнання для друку. Цю інформацію є можливість отримати, якщо розробити класифікацію елементів існуючих установчо-затискних пристроїв на базі їх статистичного аналізу. Ця класифікація повинна враховувати функціональне призначення та конфігурацію деталі, її геометричні параметри та параметри жорсткості. Класифікація потрібна ще і для того, щоб розробити уніфіковані конструкції деталей та вузлів затискних пристроїв з призначенням параметричних рядів для кожної уніфікованої деталі. Такий підхід дозволить значно скоротити термін проєктування та виготовлення окремих елементів потрібного пристрою.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ФОРМУВАННЯ У ВИРОБНИЦТВІ ГНУТИХ ПРОФІЛІВ

Проценко С.С., Губський С.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сучасне виробництво гнутих профілів вимагає високої точності, ефективності та мінімізації виробничих витрат. Одним із найефективніших підходів до досягнення цих цілей є використання спеціалізованого програмного забезпечення для комп'ютерної симуляції процесів формування. Такий підхід дозволяє моделювати процес згинання з урахуванням властивостей матеріалу, геометрії профілю, параметрів обладнання та режимів обробки.

Одним із найпоширеніших програмних продуктів у цій галузі є Ubeco Profil, AutoForm, Abaqus та ANSYS, які забезпечують можливість точного розрахунку напружено-деформованого стану матеріалу під час процесу згинання. Застосування таких інструментів дає змогу ще на етапі проектування передбачити виникнення різноманітних дефектів профілів, таких як саблевидність, серповидність, зморшки, пруженіння, а також інші потенційні недоліки. Це, у свою чергу, дозволяє суттєво зменшити витрати на виготовлення дослідних зразків, скоротити час на доопрацювання та налагодження процесу безпосередньо на виробництві.

Завдяки можливості проведення численних ітераційних розрахунків і віртуальних експериментів у безпечному цифровому середовищі, інженери та технологи можуть швидко і без ризику для реального виробництва оптимізувати конструкцію валків, визначити необхідну кількість проходів та обрати оптимальні параметри формувального процесу. Це дозволяє не тільки уникнути зупинок виробництва, але й істотно зменшити ймовірність браку, підвищити якість кінцевої продукції, забезпечити стабільність геометричних параметрів профілю та зменшити загальний час виходу виробу на серійне виробництво. Крім того, симуляція дає можливість моделювати вплив зовнішніх чинників, таких як температура, змащування, тертя, що особливо важливо при роботі з високоміцними сталями, алюмінієвими сплавами та іншими сучасними матеріалами, які мають складну поведінку під час обробки тиском.

Отже, впровадження сучасного програмного забезпечення та систем комп'ютерної симуляції у виробництво гнутих профілів відкриває широкі можливості для суттєвого покращення як економічних, так і технологічних показників підприємства. Це дозволяє зробити виробництво більш гнучким, адаптивним до сучасних потреб ринку, підвищити конкурентоспроможність продукції та забезпечити відповідність найвищим стандартам якості. Такі рішення сприяють переходу до цифрових технологій проектування та керування процесами, що є невід'ємною складовою індустрії 4.0.

Література:

1. Halmos G. T. Roll Forming Handbook / G. T. Halmos. – Boca Raton: Taylor&Francis, 2006. – 583 p.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВИСОКОНАПІРНОЇ ОБОРОТНОЇ ГІДРОМАШИНИ ЗАСОБАМИ ANSYS

Роговий А.С., Дранковський В.Е., Савенков Д.А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сучасна політика в галузі енергетики України потребує рішень з виробництва електроенергії на основі принципів енергоефективності, енергобезпеки і низьковуглецевої енергетики. Ця політика сприяє подальшому розвитку відновлюваних джерел енергії, таким як вітрова, сонячна та гідроенергетика. Відповідно до «Енергетичної стратегії України на період до 2035 г.» визначаються пріоритети національної енергетичної політики України з швидким зростанням потужностей відновлювальних джерел енергії яка в 2035 р. повинна скласти 25 млрд. кВт.г, що складає 12,8% генеруючих потужностей.

Поряд із тенденцією зростання споживання електроенергії, також спостерігається тенденція до збільшення нерівномірності її споживання протягом доби. Типовий графік навантаження енергосистеми характеризується наявністю глибокого нічного провалу та двох максимумів – ранкового та вечірнього. В цих умовах виникає завдання різкого підвищення маневреності та оптимізації роботи енергосистеми і, відповідно, створення високоефективного енергетичного обладнання. Найуспішнішим вирішенням цієї проблеми є використання в енергосистемах гідроакумулюючих електростанцій (ГАЕС). В сучасних ГАЕС в якості гідросилового обладнання застосовуються двомашинні агрегати з оборотними гідромашинами, що працюють як в насосному, так і в турбінному режимах роботи. Слід зазначити, що розрахунковим режимом оборотної гідромашини є насосний режим, тому при виборі параметрів проточної частини слід розглядати цей режим, в якому робоче колесо відіграє основну функцію перетворення енергії.

Сучасний підхід до проєктування проточних частин оборотних гідромашин ґрунтується на числових дослідженнях, яке потребує застосування САПР, що дає змогу спроектувати та змоделювати параметри, оптимізуючи геометрію лопатевої системи робочого колеса використовуючи засоби Ansys Vista CPD, який забезпечує плавний перехід до тривимірного моделювання та CFD-аналізу в Ansys CFX. Vista CPD є більш спрощеним та орієнтованим на початкові етапи проєктування засобом, що надає ширші можливості для оптимізації проточних частин гідромашин.

Ефективність отриманої лопатевої системи робочого колеса гідромашини в насосному режимі відповідає найкращим світовим зразкам гідравлічні втрати проточної частини складають 4% і демонструє спроможність CAD-інструментів створювати високоякісні гідромашини.

ДОСЛІДЖЕННЯ ДЖЕРЕЛ ШУМУ В ГІДРОПРИВОДАХ МОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

Руденко Т.В.[1], Панамарьова О.Б.[2], Дубовик В.О.[3]

[1]Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький

[2]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

[3]ВСП Олександрійський політехнічний фаховий коледж, м. Олександрія

У сучасних умовах ринку одним із визначальних чинників конкурентоспроможності мобільної техніки є показники шуму та вібрації, інтенсивність яких зростає разом із підвищенням енергоємності гідроприводних систем. Основними джерелами таких впливів у гідроприводі виступають насоси, опорні вузли, трубопроводи тощо. Це не лише знижує комфорт оператора мобільної машини, але й негативно впливає на довговічність техніки та навколишнє середовище. Виявлення і дослідження джерел шуму в гідроприводах є важливим етапом для розробки ефективних заходів щодо його зниження.

У ряді наукових праць [1–3] зазначено, що ефективне зниження рівнів шуму та вібрації від гідравлічних систем можливе за умови ідентифікації та індивідуального впливу на кожне джерело шуму. В даному дослідженні проведено систематизацію чинників, що зумовлюють шум у гідроприводних системах.

Для ефективного вивчення динамічних і акустичних процесів запропоновано класифікацію коливань у гідроприводах, що дозволяє спрямувати подальші теоретичні та експериментальні дослідження на усунення негативних впливів. Залежно від способу поширення, такі процеси можна поділити на ті, що передаються через робочу рідину, тверді елементи трубопроводів, корпусні частини, виконавчі пристрої та насосні станції.

На основі проведеного огляду встановлено, що джерела шуму в гідроприводах можуть мати як гідродинамічне, так і механічне походження. Вібраційні явища зазвичай виникають через незбалансованість елементів системи «привід – насос». Окремо досліджувались шестеренні насоси, зокрема типу НШ, типовим є переважання механічного шуму. У науковій літературі недостатньо досліджено співвідношення гідравлічної та механічної складової шуму в загальному спектрі шумових характеристик шестеренних насосів, а також наявна нестача експериментальних робіт, які присвячені дослідженню та методам його зменшення, а значить покращенню експлуатаційних характеристик гідрофікованої мобільної техніки. Це є актуальним питання для наукового дослідження.

Література:

1. Сидоренко І.В. Вібрації в гідросистемах. – К.: Політехніка, 2020. 2. Аналіз причин виникнення шуму в гідроприводах / Ю.В. Кулєшков, Т.В. Руденко, М.В. Красота, Ю.О. Тітов // Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університета «Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація». – 2011, випуск 24, ч. II, С 40-45. 3. ISO 3744: Acoustics – Determination of sound power levels in field conditions.

ВИСОКОШВИДКІСНЕ АЛМАЗНЕ ШЛІФУВАННЯ ЖАРОМІЦНОЇ СТАЛІ З ВИКОРИСТАННЯМ ТВЕРДИХ МАСТИЛ

Руднєв О.В.[1], Гасанов М.І.[1], Титаренко О.В.[2], Котляр О.В.[1], Клочко О.О.[1], Скидан Н.П.[1], Куліна Д.В.[1]

[1]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

[2]Національна академія Національної гвардії України, м. Харків

Про перспективність методу високошвидкісного шліфування заговорили ще у сорокових роках минулого сторіччя. Наприкінці 60-х – на початку 70-х років. XX ст. було здійснено ряд небезуспішних спроб його застосування. При цьому вдалося досягти чудового ефекту - швидкість знімання металу вдалося збільшити в 5-10 разів, а параметри точності та якості обробки анітрохи не погіршувалися. У той самий час успішне використання методу було з цілою низкою труднощів. Крім того, необхідно було визначити галузі ефективного застосування даного методу та розробити відповідні технологічні рекомендації.

Зовсім недавно високу швидкість при шліфуванні почали вивчати в університетах, маючи на увазі більш конкретні комерційні та екологічні вигоди, особливо фінансовані Європейським союзом (ЄС), які спрямовані на кінцевих споживачів. У цих дослідженнях вимірюються вібрація, шум, тертя рідини, ККД машини в порівнянні зі звичайними режимами шліфування. Також через значні температури та швидкість необхідний новий метод подачі охолоджуючого змащувального матеріалу.

Нами досліджувалось алмазно-іскрове шліфування жароміцної корозійностійкої сталі 10Х11Н23Т3МР із використанням твердих мастил.

Станок було модернізовано для досягнення частоти обертів круга до 10000 обертів за хвилину. Швидкості різання при цьому була 80 м/с.

Для роботи на таких швидкостях використовували алмазні круги на металевій зв'язці.

Було розроблено кілька складів твердих змащувальних матеріалів на основі стеаринової кислоти з добавкою класичних твердих мастил - дисульфіда молібдена, гексагонального нітриду бора і т.п.

Результати досліджень показали, що вплив ТЗМ на шорсткість оброблених поверхонь в значній мірі залежить від його складу, режимів шліфування.

Ключові слова: алмазно-іскрове високошвидкісне шліфування, тверді змащувальні матеріали, жароміцна корозійностійка сталь

Література:

1. Руднєв О.В., Севидова О.К., Титаренко О.В., Котляр О.В., Гасанов М.І. - Оцінка ефективності твердих мастил при алмазному шліфуванні жароміцної сталі - Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXXI міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2023, 17–20 травня 2023 р. / за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків : НТУ «ХПІ». – С. 202

ВИЗНАЧЕННЯ СТРУКТУРИ ФОРМУВАННЯ ВПОРЯДКОВАНОЇ ГРУПИ ФУНКЦІЙ АКТИВІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ

Рузметов А.Р.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В роботі розглянуто питання вдосконалення методики визначення структури формування впорядкованої групи функцій активізації технічних засобів в ході реалізації технологічної операції.

Зміни функціональної семантичної мережі S, що характеризує стан деякого технологічного комплексу в кожен проміжок часу Δt може мати функціональний характер:

$$\Delta S\{O, R\}=f(\Delta t)$$

де O - множина технологічно та організаційно значущих об'єктів технологічного комплексу; R – множина груп відносин між цими об'єктами.

Так як інтерес представляє деяка квазіоптимальна траєкторія змін станів мережі, то можна говорити про оптимізацію деякої композиції функцій, яка характеризує перехід від однієї функції, що характеризує зміну станів мережі до іншої. У разі обробки різанням, де дискретні процеси забезпечення обробки як взаємообумовлені (у більшості випадків) так і відносно незалежні, весь операційний процес можна представити як оператор суперпозиційного зв'язку основних та допоміжних процесів, які між собою знаходяться у відповідній композиції:

$$f(\Delta t) = T\{d_1[(u_{1,1} \circ u_{1,2} \circ .. \circ u_{1,n1})(X_1)], d_2[(u_{2,1} \circ .. \circ u_{2,n2})(X_2)], ..., d_m[...]\}$$

де T – оператор перетворення системи функцій відносно незалежних основних ($d_1, d_2, ...$) та підготовчих процесів ($u_{i,1} - u_{i,n}$), які залежать від виділеної групи параметрів: $X_i=\{ x_{i,1}, x_{i,2}, .., x_{i,k}\}$, $i = \overline{1,m}$, у функцію часу проведення операції.

До переліку відносно незалежних процесів, як правило, входять процеси технічно взаємно не обумовлені, які можуть бути відтворені в автономному один від одного режимі, а зв'язок між ними регламентується технологічним алгоритмом. Наприклад, допоміжні дії зі встановлення деталі в пристосування ніяк не впливають на процес відтворення робочих рухів основним обладнанням. Інша справа – результат операції, який без функціональної суперпозиції цих двох процесів не має сенсу.

В результаті можна дійти до висновку про те, що процеси технічного характеру, всередині технологічної операції, як ряди станів з домінуючою параметричною варіативністю, краще представити як композицію основних функцій технологічного оснащення.

ВИБІР СТАЛЕВИХ КАНАТІВ ДЛЯ ВАНТАЖОПІДІЙМАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ

Гнатенко Г.О., Саладовніков К.О., Клименко О.А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сталеві канати набули широкого розповсюдження в техніці, зокрема, в вантажопідіймальних машинах і обладнанні.

Тривалий час конструктори під час проектування були обмежені у виборі сталевих канатів, оскільки на ринку були представлені лише канати за стандартами ГОСТ. Із поглибленням світових інтеграційних процесів в Україні, ринок отримав доступ до поширених у світі конструкцій за стандартами ISO поступово змінюється нормативна база щодо вибору такої продукції. Разом з цим, змінюються і підходи за доглядом і бракуванням канатів, так, типові критерії перелічені в [2], що були і є обов'язковими тривалий час, мають бути доповнені новими відомостями, які викладені в [1].

Слід зазначити, що вводити наосліп світові рекомендації теж є великим ризиком, з огляду на культуру експлуатації, особливості національного законодавства в цій галузі і багатьох інших факторів. Отже кожна інновація має бути ретельно перевірена, зокрема, і шляхом лабораторних випробувань.



а) б)

Рисунок 1 – Лабораторні випробування зразків канату.
а) що був в експлуатації; б) нового

В рамках роботи виконано огляд сучасних стандартів на сталеві канати представлені на ринку, виявлені основні галузі їх застосування, особливості впливу конструкції і експлуатаційні показники. Проведений лабораторні випробування і виконаний аналіз зразків, що були в експлуатації та нових

Література

1. ДСТУ ISO 4309:2017 (ISO 4309:2010, IDT) Крани вантажопідйомні. Дротові канати. Догляд і технічне обслуговування, перевіряння та відбракування

2. НПАОП 0.00-1.80-18 Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання, затверджений наказом Міністерства соціальної політики України від 19.01.2018 № 62, зареєстрований у Міністерстві юстиції України 27.02.2018 за № 244/31696

ВИБІР МЕТОДУ ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ДЕТАЛЕЙ ТЕПЛООБМІННОГО АПАРАТУ

Себко В.В., Босюк А.С., Кузьмін М.Д., Васильєв Д.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Теплообмінники відіграють важливу роль на сучасних підприємствах, які піклуються про зменшення витрат, впроваджують технології для збереження довкілля [1]. Основними видами пластинчастих теплообмінників є: розбірні пластинчасті теплообмінники, паяні пластинчасті теплообмінники, зварні і напівзварні пластинчасті теплообмінники [1]. Накип, іржа та інші відкладення знижують ефективність теплообміну, підвищують витрати й рівень шкідливих викидів в навколишнє середовище. Поточний ремонт передбачає оперативне усунення дефектів, зокрема протікань між пластинами [1, 2]. Теплообмінник можне бути відремонтований на місці, при цьому пластини з ознаками корозії слід вилучити з пакета. У складніших випадках пакет пластин доставляють до лабораторії для дослідження методами неруйнівного контролю (НК). Вивчення параметрів плоских провідних виробів (пластин, стрічок, шин тощо) є актуальним для вирішення виробничих завдань, оскільки ці елементи широко застосовуються в тепловому та енергетичному обладнанні (теплообмінники, трансформатори, двигуни, генератори тощо). Слід визначити, що випробувальні центри і лабораторії при контролі найважливіших характеристик теплообмінного устаткування застосовують руйнівні і неруйнівні випробування [1-3]. Руйнівні методи менш продуктивні й складніші для автоматизації, їх точність залежить від однорідності зразків. Вихорострумовий неруйнівний контроль ефективно виявляє дефекти, оцінює структуру та параметри теплообмінного обладнання [2, 3].

Електромагнітні методи можуть замінити трудомісткі способи НК, як-от ультразвукові, рентгенівські, теплові тощо [2, 3]. Основні матеріали теплообмінників (електротехнічні сталі та мідно-цинкові сплави) вимагають точного контролю їхніх кількісних параметрів: розмірів, магнітної проникності (μr) та електропровідності (σ). Ці характеристики безпосередньо впливають на ефективність обладнання. Тому дослідження фізико-механічних властивостей магнітних і немагнітних пластин має важливе значення для розробки високоефективного устаткування, зокрема в хімічній та харчовій галузях.

Література:

1. Атаманюк В. М., Кінздера Д. П., Гаврилів Р. І. Процеси та апарати хімічних виробництв. Ч. 1. Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2007. 136 с.

2. Троїцький В. А. Візуальний та вимірювальний контроль металоконструкцій та споруд: монографія. Київ: Фенікс, 2012. 276 с.

3. Тетерко А. Я., Луценко Г. Г., Гутник В. І., Тетерко О. А. Метод формування інформаційного сигналу та підвищення точності вихорострумового контролю питомої електричної провідності матеріалу із виключенням впливу зазору. Відбір і обробка інформації. 2016. Вип. 43 (119). С. 5–11. (Львів).

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ ДЛЯ КЕРУВАННЯ СКЛАДОМ

Соловей А.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

На сьогоднішній день багато власників малих або середніх підприємств та бізнесів використовують в якості системи обліку та контролю складу таблиці Excel чи паперові носії. Це має багато позитивних особливостей. Проте, це суттєво зменшує контроль над власністю, товаром. Збільшує час на пошуки потрібного товару чи продукції. Переобліки перетворюються на спроби розібратися в документах та віру в те, що все зійдеться. До того ж, це займає багато часу і потребує багато учасників аналізу.

Тому є потреба розібратися в системах управління складу, імплементувати їх та зробити більш зручними для пересічного користувача.

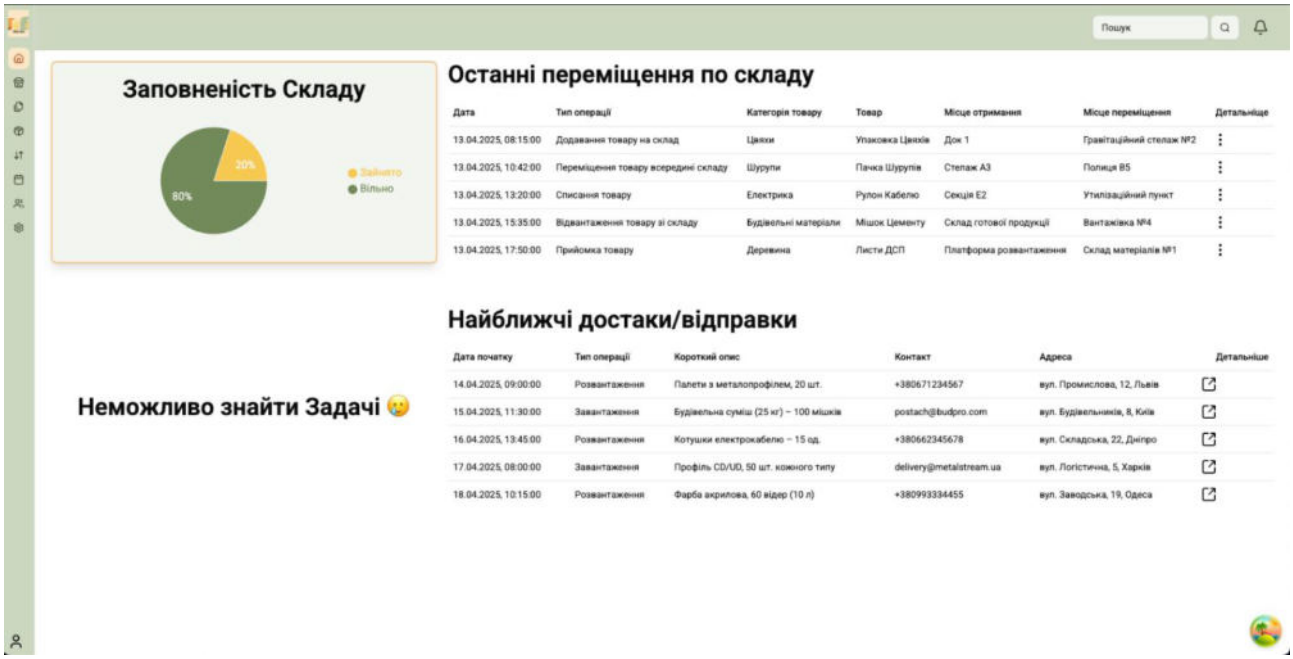


Рисунок 1 – Веб-інтерфейс розробленого застосунку

[3]

Після дослідження наявних продуктів було прийнято рішення перенести всі дані про складські потужності користувачів до хмари. Це поліпшить мобільність керівників та працівників, а також збереже всю інформацію у разі непередбачуваних ситуацій, що можуть статися зі складом. Для цього була реалізована повноцінна модель застосунку з Database(DB) - Backend - Frontend, де база даних зберігає всю інформацію користувачів (продукція, складські потужності, операції, тощо), Backend обробляє всі запити та надає інформацію з DB, а Frontend, тобто візуальний інтерфейс для взаємодії, створює та надсилає запити, а також відображає відповіді. Ця система надає можливість користувачу зручно та швидко створити операцію на складі, знайти, додати/видалити продукцію, тощо. У якості DB я використовував Mongoo db, Backend - node.js/express, а Frontend був написаний на React.

ОСОБЛИВОСТІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ПОГРУЖНИХ НАСОСІВ

Солошенко І.О., Клітной В.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасних умовах розвитку бурової техніки гідравлічні системи відіграють ключову роль у забезпеченні ефективної та безперебійної роботи обладнання. Гідравлічні насоси, зокрема бурові, є важливою частиною технічного комплексу, що забезпечує реалізацію енергетичних процесів при бурінні свердловин. Вивчення процесу проектування та виконання розрахунків гідравлічної системи бурового насоса, що включає в себе побудову гідравлічної схеми, вибір відповідного обладнання, конструювання гідроциліндра, а також створення та аналіз математичної моделі системи за допомогою програмного середовища MATLAB/Simulink є актуальним.

Створення методології ефективного проектування гідравлічної системи бурового насоса, дозволяє оптимізувати її роботу, зменшити енергоспоживання, покращити експлуатаційні показники та запобігти аваріям в умовах високих навантажень.

Важливим етапом стала розробка гідравлічної схеми, яка враховує вимоги до робочого тиску, витрати, захисту від перевантажень і зворотного потоку. З урахуванням сучасних стандартів була спроєктована структура, здатна забезпечити стабільну роботу у важких виробничих умовах.

Особлива увага у роботі приділяється проектуванню гідроциліндра – ключового вузла, який перетворює тиск рідини в лінійне переміщення. На підставі заданих параметрів виконано розрахунки діаметра штока, ходу, товщини стінок, визначено необхідну потужність для забезпечення стабільного руху. Також визначено основні фактори, що впливають на роботу системи: зміна в'язкості рідини залежно від температури, наявність втрат тиску, гідроудари при різкому закритті клапанів, мікрозатримки в спрацьовуванні елементів керування. Для зниження негативного впливу запропоновано оптимізаційні заходи – регулювання діаметрів трубопроводів, впровадження пропорційного керування, встановлення демпфуючих пристроїв.

За результатами дослідження розроблено рекомендації щодо проєктування, підбору елементів і алгоритмів керування гідравлічною системою бурового насоса. Методика дозволяє адаптувати систему до різних умов експлуатації, забезпечити точність і стабільність її роботи, а також підвищити загальну ефективність бурового процесу.

Таким чином, дослідження поєднує теоретичні та практичні підходи, створюючи ґрунтовну базу для подальшої автоматизації та інтелектуалізації бурових установок. Отримані результати мають прикладне значення для проєктування нових систем, модернізації наявних об'єктів і підготовки інженерних кадрів.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПОДАЧІ, ЩО ПЕРЕДУЄ ВИХОДЖУВАННЮ, НА ХАРАКТЕР ЗМІНЕННЯ ЕФЕКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ ПРИ ВНУТРІШНЬОМУ ШЛІФУВАННІ

Степанов М.С., Іванова М.С. , Корнієнко А. С., Скидан Н.П.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Внутрішнє шліфування має ряд особливостей, серед яких можна виділити застосування кругів малого діаметра, які обертаються з високою частотою і потребують частої правки. Крім того, при внутрішньому шліфуванні мають місце більш суттєві переміщення в технологічній системі, ніж при зовнішньому.

На сьогодні добре відомі алгоритми керування процесом обробки на шліфувальних верстатах. Відомо також, що структура алгоритму під час використання різних схем шліфування мало чим відрізняється, однак, деякі елементи алгоритму і розрахункові залежності властиві тільки для конкретної схеми, що було підтверджено експериментально.

Під час експериментів ставили завдання визначити вплив вихідної швидкості поперечного переміщення шліфувальної бабки (врізної подачі) на характер змінення ефективної потужності (сили різання) під час обробки заготовки на етапі виходжування.

Від подачі, що передує виходжуванню, залежить величина пружних деформацій технологічної системи. Характер змінення сили та ефективної потужності різання може залежати від їхніх початкових значень, при яких розпочинається етап виходжування. За зміною ефективної потужності різання можна визначити постійну часу під час шліфування.

Експерименти проводили під час внутрішнього шліфування заготовок зі сталі ХВГ на верстаті 3М132МВФ2 шліфувальним кругом 24А25СМ2К з наступними параметрами:

- діаметр оброблюваного отвору – 68,5 мм;
- частота обертання заготовки – 137 об/хв;
- врізна подача варіювалася – 0,1; 0,15 і 0,2 мм/хв.

Перед обробкою кожної заготовки проводили правку шліфувального круга. Після закінчення примусового переміщення шліфувальної бабки проводили виходжування. З моменту ввімкнення виходжування фіксували час і показання потужності шліфування ватметром.

За результатами експериментів будували криві змінення ефективної потужності шліфування за період виходжування для різних попередніх подач. Аналіз результатів показує, що криві змінення потужності в період виходжування можна описати одним і тим самим рівнянням, тобто характер змінення потужності шліфування практично не залежить від такого режимного параметра обробки, як врізна подача, що передує виходжуванню.

ДЖЕРЕЛА ЕКОНОМІЇ ПОВІТРЯ ПРИ ГАЛЬМУВАННІ ПРИВОДА

Стрижак М.Г., Петрікєєв В.В., Пунько Є.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У фазі гальмування пневмопривода є три джерела економії повітря:

1. При перекритті робочої порожнини гальмівним розподільником рух робочого органу здійснюється за рахунок потенційної енергії розширення повітря в робочій порожнині. Шлях, який проходить поршень, визначається як

$$l_1 = \left(\frac{p_{1i}}{p_k} \right)^{1/k} \left(x_{01} + x_i \right) - \left(x_{01} + x_i \right),$$

Масова кількість повітря, що економиться під час цієї фази гальмування

$$M_1 = \frac{l_1 \cdot F_1 \left(p_{\text{м}} - p_a \right)}{R\, T_{\text{м}}}.$$

2. Після спрацьовування редукційного клапана рівень тиску в робочій порожнині підтримується нижче магістрального, за рахунок чого економиться стиснене повітря. Шлях, котрий поршень проходить у цій фазі гальмування

$$l_2 = L - \left(x_i + l_1 \right) = L - \left(\frac{p_{1i}}{p_k} \right)^{1/k} \left(x_{01} + x_i \right) + x_{01};$$

Масова кількість повітря, що економиться при цій фазі гальмування

$$M_2 = \frac{l_2 \cdot F_1 \left(p_{\text{м}} - p_k \right)}{R\, T_{\text{м}}}.$$

3.Повернення стисненого повітря з вихлопної (гальмівної) порожнини у магістраль (рекуперація). Шлях, який проходить поршень у режимі рекуперації

$$l = \left(\frac{p_{2i}}{p_{\text{м}}} \right)^{1/k} \left(L + x_{02} - x_i \right) - x_{02};$$

Масова кількість повітря, що економиться при цій фазі гальмування

$$M_3 = \frac{l \cdot F_2 \left(p_{\text{м}} - p_a \right)}{R\, T_{\text{м}}}.$$

Сукупність цих трьох джерел економії стиснутого повітря призводить до значної його економії при функціонуванні пневмопривода. Причому ефект енергозбереження посилюється зі збільшенням довжини гальмівного шляху, тобто зі збільшенням масового навантаження.

Література:

1. Krytikov, G., Strizhak, M., & Strizhak, V. (2017). The synthesis of structure and parameters of energy efficient pneumatic actuator / G. Krytikov, M. Strizhak, V. Strizhak // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2017. – Vol. 1/7 (85). – P. 38–44.

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ЗГИНАННЯ СИМЕТРИЧНОГО ШВЕЛЕРА В ПРОФІЛЕГИБОЧНОМУ ВЕРСТАТІ

Тимошенко Б.Я., Кравцова І.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Згинання симетричного швелера на профілегибочному верстаті - складний процес, який потребує точного підбору технологічних параметрів. Цей процес залежить від фізико-механічних характеристик матеріалу, конфігурації профілю, радіусу згинання, швидкості подачі, температури та інших факторів. Основна мета - забезпечити потрібну форму без порушення геометрії профілю, мінімізуючи пружинне зворотне зусилля та виключаючи утворення дефектів. Для покращення технології було реалізовано систему машинного навчання, яка навчається на реальних даних з виробництва. Було зібрано понад 200 експериментальних зразків, де фіксувались вхідні параметри процесу згинання та результат якості готового виробу. Далі застосовувались наступні алгоритми машинного навчання:

- Логістична регресія - для бінарної класифікації (наприклад, наявність дефекту / відсутність),
- k-NN (метод k найближчих сусідів) - дозволяє аналізувати схожі приклади та враховує багатовимірні залежності,
- Дерева рішень і Random Forest - для інтерпретованого прогнозування та аналізу впливу параметрів,
- Метод опорних векторів (SVM) - для складних, не лінійно розділюваних випадків,
- Naive Bayes - у задачах з великою кількістю ознак при мінімальній обчислювальній складності,
- XGBoost - потужний ансамблевий алгоритм, який показав найкращі результати точності в прогнозуванні появи пружинного зворотного зусилля та викривлень.

Для обробки та підготовки даних використовувались бібліотеки Pandas, NumPy, а побудова моделей здійснювалась у середовищі Scikit-Learn. Підбір параметрів здійснювався через GridSearchCV з перехресною валідацією. Візуалізація - через Matplotlib та Seaborn.

Крім цього, модель інтегрується в систему управління верстатом, дозволяючи в реальному часі коригувати параметри згинання на основі прогнозу якості.

Запропонований підхід доводить ефективність використання штучного інтелекту для інтелектуального керування процесами згинання на профілегибочних верстатах. Завдяки машинному навчанню вдалося підвищити точність прогнозування якості готових виробів, зменшити кількість виробничого браку та забезпечити автоматичну адаптацію параметрів у реальному часі. Отримані результати можуть бути основою для подальшої розробки цифрових систем керування гнучкими технологічними процесами в машинобудуванні.

ПОКРАЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОБ'ЄКТУ ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

ТИНЬЯНОВА І.І., ТИНЬЯНОВ О.Д.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Війна в Україні спричинила серйозні пошкодження енергетичної інфраструктури, зокрема гідроенергетичних об'єктів. Це висуває на перший план потребу в їхньому відновленні як одного з ключових чинників забезпечення енергетичної безпеки та сталого розвитку держави. Серед головних напрямів робіт – ремонт і модернізація зруйнованих та застарілих гідроелектростанцій (ГЕС) і гідроакумулювальних електростанцій (ГАЕС), впровадження новітніх технологій, посилення захисту гідротехнічних споруд, розвиток малих гідроустановок для децентралізації енергосистеми, а також інтеграція з європейською енергосистемою ENTSO-E. Гідроенергетика може відіграти провідну роль у відновленні економіки, сприяючи екологічному виробництву енергії, створенню нових робочих місць і посиленню енергетичної незалежності України.

Підвищення енергетичної ефективності оборотної гідромашини, яка є основним елементом гідроагрегату ГАЕС, безпосередньо залежить від її гідродинамічних параметрів. Зокрема, ККД і потужність агрегату визначаються характеристиками проточної частини оборотної гідромашини. Проведення гідродинамічного моделювання з урахуванням особливостей роботи основних елементів дозволяє виявити доцільні напрямки конструктивних змін, здатних підвищити техніко-економічну ефективність.

У даному дослідженні здійснено аналіз гідродинамічних характеристик лопатевих систем та запропоновано шляхи модернізації робочого колеса високонапірної оборотної гідромашини. На основі проведеного чисельного моделювання вдалося виявити потенційну можливість покращення ККД модернізованої оборотної гідротурбіни у порівнянні з базовою. Аналіз енергетичних характеристик виявив, що підвищення енергоефективності супроводжується певним зниженням приведеного об'єму витрати води, що є важливим фактором при оцінюванні загальної доцільності запропонованих змін. Таким чином, зміна геометрії робочого колеса є перспективним напрямом модернізації, але вимагає зваженого підходу з урахуванням балансу між ефективністю та стабільністю функціонування системи.

Література:

1. Rezvaya Kseniya, Mikhaylo Cherkashenko, Viktor Drankovskiy, Irina Tynyanova, Vadym Makarov. Using mathematical modeling for determination the optimal geometric parameters of a pump-turbine water passage. 2020 IEEE 4th International Conference on Intelligent Energy and Power Systems (IEPS), Istanbul (Turkey), 2020, pp. 212-216,

2. Тиньянова І. І., Рєзва К. С., Дранковський В. Е. Визначення гідродинамічних характеристик оборотних гідромашин на основі методів математичного моделювання. *Bulletin of NTU "KhPI". Series: Hydraulic machines and hydrounits*. Kharkiv: NTU "KhPI". 2021. no. 1`2021. pp. 58–66

ЗАЛЕЖНІСТЬ КОЕФІЦІЄНТА КОРИСНОЇ ДІЇ ВИХОРОКАМЕРНОГО ЕЖЕКТОРА ВІД ЙОГО ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ

Тімченко Є.І., Андрієвська В.С., Роговий А.С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Струминні нагнітачі є перспективною альтернативою традиційним насосам, особливо при роботі в умовах підвищеного зносу, спричиненого перекачуванням гетерогенних середовищ [1]. Вихорокамерні ежектори, що використовують ефекти закрученого потоку та відцентрової сили, демонструють покращену енергетичну ефективність у порівнянні з класичними вихровими ежекторами [2]. У цій роботі розглянуто вплив геометричних параметрів вихрової камери та каналів живлення на коефіцієнт корисної дії (ККД) такого типу апаратів.

Дослідження виконано у три етапи: експериментальні вимірювання, числове моделювання та оптимізація параметрів за допомогою математичної моделі. Для числового аналізу застосовано модель турбулентності SST у середовищі Ansys CFX. Параметрами, що варіювалися, були відносні висота та діаметр вихрової камери, а також відносний діаметр каналу живлення. Результати аналізу за моделлю поверхні першого порядку показали, що всі три параметри мають негативний вплив на ККД при збільшенні значень, причому найсуттєвіший вплив чинить висота камери. Розширення області дослідження за допомогою «зіркових» точок дало змогу побудувати модель другого порядку, що враховує квадратичні та ефекти взаємодії.

Максимальне досягнуте значення ККД становить 16,7%, що є суттєвим покращенням у порівнянні з початковими 7,3%. Оптимальні значення геометричних параметрів відповідають параметрам $\bar{D} = 5{,}65$, $\bar{H} = 1{,}14$ та $\bar{d}_s = 0{,}7$. Потребує подальшого дослідження вплив відносної висоти вихрової камери за рахунок збільшення області дослідження або руху за градієнтом, що стане темою подальших досліджень.

Таким чином, вихорокамерні струминні нагнітачі мають високий потенціал до впровадження в умовах агресивних середовищ, а їх конструктивна оптимізація дозволяє досягати значного зростання ефективності без ускладнення конструкції.

Література:

1. Роговий А.С. Розробка теорії та методів розрахунку вихорокамерних нагнітачів: дис. ... д-ра техн. наук: 05.05.17.Харків, 2017. 364с.

2. Роговий, А. С. (2017). Концепція створення вихорокамерних нагнітачів та принципи побудови систем на їх основі. Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, (3), 168-173.

3. Сьомін, Д. О., Роговий, А. С., & Левашов, А. М. (2016). Вплив закручення потоку, що перекачується, на енергетичні характеристики вихрекамерних насосів. Вісник Національного технічного університету ХПІ. Серія: Гідравлічні машини та гідроагрегати, (20), 68-71.

РОЗРОБКА КОМП'ЮТЕРНОЇ ПРОГРАМИ «СТАТИСТИЧНИЙ МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ПРИДАТНОСТІ ПАРТІЇ ДЕТАЛЕЙ»

Третяк Т.Є., Католик І.М., Мироненко О.Л., Мироненко С.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В інженерній практиці часто виникає необхідність аналізу точності устаткування, визначення відповідності точності обраного технологічного процесу заданій точності виробу, оцінки точності методів та засобів вимірювання. Вирішення подібних задач здійснюється, як правило, шляхом математичної обробки емпіричних даних, отриманих багаторазовими вимірами або дійсних розмірів виробів, або безпосередньо похибок обробки чи виміру.

Технологічний процес виготовлення деталей вважається налагодженим, якщо кількість браку мінімальна і він є виправним [1]. Випадкові похибки виготовлення призводять до розсіювання дійсних розмірів деталей, випадкові похибки вимірювання призводять до того, що при повторних вимірах одного й того самого розміру деталі отримують різні числові результати. Таким чином дійсні розміри деталей (розміри, що містять випадкові похибки) є випадковими величинами і для виявлення закономірностей, властивих цим величинам, можуть бути застосовані методи теорії ймовірності та математичної статистики [2].

Розроблено комп'ютерну програму Statistics, що призначена для математичної обробки емпіричних даних, отриманих багаторазовими вимірами дійсних розмірів деталей партії, виконаних на ідентичному устаткуванні при заданому технологічному процесі [3]. Алгоритм роботи програми містить блоки:

– введення вхідних даних (розмірів деталей партії та допуску на розмір);

– розрахунок параметрів емпіричного розподілу розмірів деталей партії;

– виведення на екран комп'ютера емпіричних гістограми та полігону, а також теоретичної кривої розподілу розмірів деталей партії;

– розрахунок можливих відсотків придатних деталей, виправного та остаточного браку у партії;

– визначення на базі проведених розрахунків ступеню налагодженості технологічного процесу виготовлення деталей.

Ключові слова: допуск на розмір деталі, дійсні розміри деталей, випадкові похибки, теорія ймовірності, математична статистика, технологічний процес.

Література:

1. Базієвський С.Д., Дмитришин В.Ф. Взаємозамінність, стандартизація і технічні вимірювання. Підручник. Київ: Видавничий Дім «Слово», 2004.

2. Гсрич М.С., Синявська О.О. Математична статистика: навч. посіб. Ужгород: ДВНЗ «УжНУ», 2021.

3. Комп'ютерна програма «Статистический метод определения годности партии деталей» («Statistics») / Третяк Т.Є., Шелковий О.М., Мироненко О.Л., Мироненко С.О. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 117621 від 28 березня 2023 р.

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ НАВАНТАЖУВАЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ ЦИЛІНДРИЧНИХ ЗУБЧАСТИХ ПЕРЕДАЧ

Устиненко О.В.[1], Протасов Р.В.[2], Бондаренко О.В.[1], Черельов С.В.[1], Левін Н.О.[1], Андрієнко С.В.[3]

[1] Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

[2] Словацький технічний університет у Братиславі

[3] Харківський Національний автомобільно-дорожній університет

Одним із актуальних завдань для сучасного світового машинобудування є підвищення навантажувальної здатності циліндричних зубчастих передач, насамперед за критерієм максимальної контактної міцності зачеплень. На наш час є декілька шляхів рішення цієї проблеми, причому, на наш погляд, найбільшої уваги (за виключенням шляхів застосування нових методів обробки та покриттів поверхонь зубців) заслуговують наступні:

1. Впровадження передач із традиційним евольвентним зачепленням, але з нестандартним вихідним контуром, який має підвищений коефіцієнт висоти головки зубця та зменшений кут профілю. Така передача, так зване HCR (High Contact Ratio) зачеплення, забезпечує торцевий коефіцієнт перекриття $\varepsilon_\alpha \geq 2$. В цьому випадку навантаження постійно передається двома парами зубців, що дає змогу суттєво зменшити контактні напруження у зачепленні σ_H, тобто відповідно підвищити навантажувальну здатність.

2. Впровадження передач з опукло-увігнутим контактом зубців. Така передача, так зване C-C (Convex-Concave) зачеплення, має збільшений приведений радіус кривизни у контакті зубців, що також дає змогу суттєво зменшити контактні напруження у зачепленні σ_H,.

З метою обґрунтованого призначення основних геометричних параметрів HCR та C-C зачеплень, при яких буде забезпечено суттєве зниження контактних напружень, запропоновано застосувати методи математичної оптимізації.

Було побудовано цільову функцію, для якої критерієм оптимальності є мінімізація контактних напружень, а саме $F_\sigma = \sigma_H \rightarrow \min$. Для обох випадків обрано змінні проєктування та побудовані системи обмежень.

Розв'язання задач було виконано шляхом зондування простору параметрів проєктування за допомогою шляхом псевдовипадкової ЛПτ-послідовності. У результаті були отримані основні геометричні параметри HCR та C-C зачеплень, що забезпечили суттєве збільшення навантажувальної здатності.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ТРУБ НАФТОГАЗОВОГО СОРТАМЕНТУ ШЛЯХОМ ПРОВЕДЕННЯ ГІДРОСТАТИЧНИХ ВИПРОБУВАНЬ

Фатєєв О.М., Фатєєва Н.М., Шиян А.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Наразі виробництво труб нафтогазового сортаменту регламентується різними стандартами (ISO 13679:2019, API 5CT тощо), однак, якщо в стандарті не обумовлено вимоги щодо проведення гідростатичних випробувань, то гідровипробування проводять згідно зі стандартом ДСТУ ГОСТ 3845:2019. Оскільки у виробництві труб використовується ціла низка технологічних процесів, то оцінка якості труб проводиться за такими основними параметрами: хімічний склад матеріалу; однорідність структури; наявність дефектів (тріщини, включення); перевірка відповідності технології виробництва; відповідність за конструктивними параметрами (товщина стінки, діаметр); стійкість до експлуатаційних навантажень. При цьому, контроль якості проводиться, як неруйнівними методами випробувань, так і внутрішнім гідростатичним тиском. Перевірка тиском краща для більшості споживачів, тому що максимально відповідає експлуатаційним характеристикам труб.

Рівень контролю доходить до 100 % всіх труб, що поставляються, тому оцінка факторів, що впливають на якість проведення гідровипробувань, має велике значення в технології виробництва труб. Для проведення гідростатичних випробувань труб використовують гідропреси, які встановлюють на ділянці фінішного оздоблення труб. У загальному вигляді гідросистема преса складається з декількох контурів: водяна гідросистема низького тиску (слугує для наповнення труби та живлення гідромультиплікатора), водяна гідросистема високого тиску (випробувального тиску), оливна гідросистема (слугує для керування гідромультиплікатором, клапанами високого тиску та виконавчими механізмами вузлів механізації преса). Аналіз роботи гідросистеми показав, що якість проведення випробування безпосередньо залежить від якості підтримки сталості випробувального тиску в заданому нормативним документом інтервалі. При цьому, основними негативними факторами є: наявність витоків через запірні клапани високого тиску; витоки через технологічні манжети і оснащення, що ущільнюють випробувану трубу; нерівномірність ходу гідромультиплікатора; неточна робота системи налаштування і обмеження випробувального тиску. Для усунення перерахованих негативних факторів рекомендується: використовувати систему діагностики та компенсації витоків; удосконалення конструкції та матеріалів використовуваних технологічних манжет і оснащення; для забезпечення плавності ходу гідромультиплікатора використовувати датчик лінійного переміщення; для поліпшення системи регулювання випробувального тиску використовувати датчики тиску та програмований логічний контролер в автоматизації процесу, які забезпечують зворотній зв'язок через датчики тиску до корекції основних параметрів насоса (тиск, витрата) і позиції клапанів.

ОЦІНКА ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ПОКАЗНИКИ РОБОТИ ПНЕВМАТИЧНИХ КЛИНОВИХ ЗАХВАТІВ

Фатєєва Н.М., Фатєєв О.М., Кейлюк О.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У роботі розглядаються фактори, що впливають на показники роботи пневматичних клинових захватів, а саме: вплив зміщення осі бурильної труби на її напружений стан під час затиску в клиновому захваті, а також вплив поздовжніх пружних коливань колони труб на сили, які діють у клиновому захваті.

Зовнішні та внутрішні клинові захвати знайшли широке застосування в різних галузях машинобудування. Зокрема, під час будівництва та ремонту нафтових і газових свердловин клинові кільцеві захвати застосовують для підвіски, спуску та підйому важких колон труб. Для спускопідйомних операцій (СПО) у процесі буріння глибоких свердловин ротори обладнуються клиновими захватами з пневматичним керуванням. Ці клинові захвати призначені для механізованого захвату й утримання на вазі в столі ротора бурильних колон під час СПО та обсадних труб під час їх спуску у свердловину.

Бурильна труба під час установлення її на роторі охоплюється й утримується трьома або чотирма клинами з укріпленими на них плашками, що мають зуби. Аналіз напруженого стану бурильної труби показує, що зміщення осі труби впливає на збільшення сумарного напруження в ній під час затиску в клиновому захваті, що дає можливість встановити допустиму величину зміщення осі труби залежно від ваги колони. Таким чином, рекомендується враховувати напруження, що виникають від зміщення осі шийки труби в місці захвату її клинами. З метою зменшення величини ексцентриситету необхідно виявляти й усувати причини, що спричиняють зміщення осі труби під час її закріплення в клиновому захваті.

Аналіз впливу поздовжніх пружних коливань колони труб на сили, що діють у клиновому захваті, показує, що слід звертати увагу на допустимі швидкості спуску колони в момент захвата. За довжини колони понад 3600 м важливим фактором є і час, який необхідно витримати після зупинки колони для загасання коливань, оскільки в паспорті та технічних умовах на експлуатацію клинового захвата ці дані не наводяться. Також необхідно враховувати динамічні навантаження під час розрахунку допустимих навантажень на трубу, затиснуту в клинових захватах.

ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК АЛМАЗНИХ ПРАВИЛЬНИХ РОЛИКІВ НА ЕТАПІ ЇХ ВИГОТОВЛЕННЯ

Федорович В.О., Островерх Є.В., Козакова Н.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Дані дослідження присвячені теоретичному вивченню процесу виготовлення алмазно-абразивного інструменту 3D моделюванням напружено-деформованого стану складових алмазного шару алмазних роликів. Теоретичні дослідження процесу спікання алмазних правильних роликів були проведені з метою визначення умов збереження цілісності алмазних зерен при виготовленні інструментів. Була розглянута математична 3D модель "зв'язка – алмазні зерна – металофаза". На основі цієї моделі було вивчено вплив таких факторів, як властивості металевої фази, її концентрація в зерні, властивості зв'язуючих компонентів на цілісність алмазних зерен у композиті, режими спікання.

Аналіз напружено-деформованого стану алмазного шару проведено за допомогою його 3D-моделювання. Була розглянута модель з зерном у формі октаедра (рисунок 1а). Модель була навантажена статичним одновісним рівномірно розподіленим навантаженням, а також температурою, що прикладається до модельованих тіл.

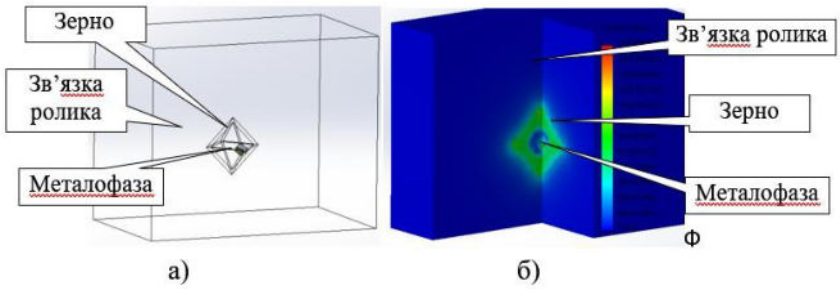


Рисунок 1 – Розрахункова схема (а) та результати розрахунку 3D моделі системи "алмазне зерно – металофаза" (б)

Аналіз епюр розподілу напружень (рис.1б), що виникають при силовому та тепловому навантаженні моделі показує, що області максимальних значень еквівалентних напружень розташовуються в області включень металлофази.

Встановлено, що в процесі спікання алмазоносного шару ролика на металевих зв'язках основною причиною передчасного руйнування алмазних зерен є внутрішні напруження в зерні, обумовлені значною відмінністю коефіцієнтів термічного розширення металофази і алмазу.

Встановлено, що зниження температури спікання алмазовмісного ролика на металевій зв'язці до 600 ºС не передбачає виникнення близьких до критичних напружень, навіть якщо використовуються зв'язки з високим модулем пружності.

Література:

1. Kundrák, J., Fedorovich, V**.,** Markopoulos, A. P., Pyzhov, I., Ostroverkh, Y**.:** Increasing the reliability of a bladed tool made from synthetic polycrystalline diamonds. International Journal of Refractory Metals and Hard Materials 110(5-6): 106045 (2023).

АБРАЗИВНЕ ЗНОШУВАННЯ ІНСТРУМЕНТІВ З WC-CO СПЛАВІВ ПРИ МЕХАНІЧНІЙ ОБРОБЦІ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Хавін Г.Л., Хоу Чжівень
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Інтенсивне зношування інструменту з WC-CO сплавів, що супроводжується появою специфічних дефектів типу сколів, є головною особливістю механічної обробки різанням до полімерних композиційних матеріалів (ПКМ). Інструменти з карбіду вольфраму страждають від сильного округлення ріжучої кромки та зношування по задній поверхні. Має місце пружне відновлення обробленого матеріалу, зрізані армуючі елементи якого спільно з потоком фрагментів руйнування, контактують з поверхнею матеріалу інструменту.

Головною причиною інтенсивного зношування є видалення кобальту (сполучного) із проміжків між зернами карбіду. Остання обставина призводить до того, що частина зерен залишаються у матеріалі інструменту, а частина вивалюється, утворюючи порожнечі. На самих зернах карбіду вольфраму ознаки зносу у вигляді корозійних ямок, округлення тощо. відсутні. Вони зберігають свій первісний гострий вигляд.

Можна говорити про те, що має місце взаємне зношування матеріалу інструменту і зрізаної поверхні ПКМ, або взаємне зношування двох композиційних матеріалів. Загалом є дві спрощені моделі, які якось описують процес взаємодії. Рівняння у першій моделі, засноване на зворотному правилі сумішей, було запропоновано для двофазних композитів. В основі цього рівняння лежить припущення про те, що матриця та армування в композиті зношуються з однаковою швидкістю. Звідси випливає, що абразивна зносостійкість є лінійно адитивною і що зносостійкість композиту є просто сумою творів зносостійкості та об'ємної частки для кожного компонента.

Виходячи з природи компонентів композиту швидкість зносу твердішого матеріалу армування набагато менша, ніж у матриці. Тоді це співвідношення передбачає, що абразивне зносостійкість композиту насамперед визначається матеріалом армування.

Друге рівняння, що описує зношування багатофазних матеріалів, включає лінійне правило сумішей, де поведінка зносу композиту не визначається однією фазою. Натомість вклад кожного компонента лінійно пропорційний його об'ємній частці в композиті.

У цій моделі швидкість абразивного зношування композиту лінійно зменшується зі збільшенням об'ємної частки армування. Це вираз базується на основі припущення, що всі компоненти композиту схильні до дії однакового питомого навантаження, тобто. про рівний тиск.

ВПЛИВ МІКРОСТРУКТУР НА ПОВЕРХНІ ДЕТАЛЕЙ З НЕРЖАВІЮЧОЇ СТАЛІ НА ЇХ ТРИБОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ

Харченко О.С.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сучасні технології обробки металів дозволяють не лише досягати високої точності виготовлення деталей, але й впливати на їх поверхневі властивості через створення специфічних мікроструктур. Одним із напрямків досліджень є вплив геометричної форми елементів структурованої поверхні, отриманих методом високошвидкісної фрезерної обробки, на розподіл навантаження, коефіцієнт тертя та зносостійкість матеріалу.

Для дослідження використовувалась нержавіюча сталь AISI 316, на поверхню якої наносилися елементи структурованої поверхні різної геометричної форми. Елементи відрізнялися за своїми розмірами: зменшення площини елементів проводилося поступово, що дозволяло проаналізувати вплив цього параметра на розподіл навантаження. Статичне випробування проводилось шляхом прикладення навантаження 150 Н до зразків, що дозволяло визначити деформаційні характеристики за допомогою вимірювань та візуалізації деформації (див рис. 1).

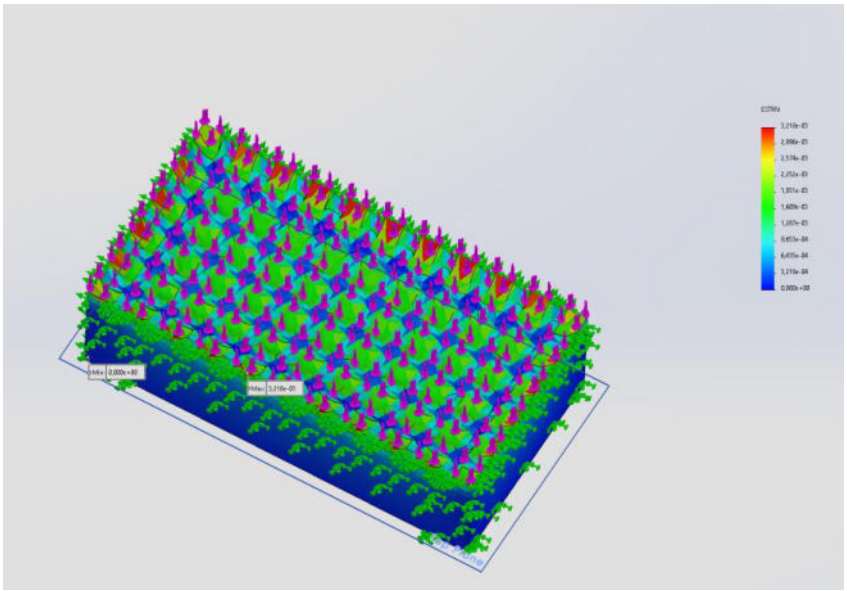


Рисунок 1 – Візуалізація деформації поверхні деталі

Результати дослідження свідчать про важливість геометричної форми елементів структурованої поверхні для оптимізації механічних характеристик оброблюваних деталей. Оптимізація геометричної форми елементів дозволяє забезпечити більш рівномірний розподіл навантаження, що є важливим для підвищення зносостійкості та довговічності деталей з нержавіючої сталі.

МІСЦЯ КОНТРОЛЮ ВІБРАЦІЙ ПРИ ВАЛКОВОМУ ФОРМУВАННІ ГНУТИХ ПРОФІЛІВ

Явтушенко А.В., Губський С.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Поломка обладнання може спричинити серйозні фінансові збитки. Під час роботи машини створюють вібрації, які є важливим індикатором технічного стану. Аналіз вібрацій став основним методом моніторингу, оскільки вібраційні сигнали містять інформацію про потенційні відмови та проблеми [1]. Вібраційна діагностика і моніторинг процесу валкового формування гнутих профілів допомагають своєчасно виявити поломки та порушення технологічного процесу [2].

Для недопущення ривків полоси при профілюванні, використовують її накопичення перед клітями. Але невдале налаштування правильного пристрою або помилкове налаштування (порушення) зазору між верхніми та нижніми валками клітей може призвести до виникнення петлі або надлишкового натягу між клітями. Порушення швидкісних налаштувань профілезгинального стану неодмінно призведе до погіршення якості готової продукції. Контроль вібрації полоси може виявити всі ці недоліки технологічного процесу при валковому формуванні гнутих профілів.

В профілезгинальних станах є багато механізмів, обладнання, що виконують обертові рухи. При поломці шестерень редукторів, підшипникових вузлів або перевантаження механізмів – неодмінно призведе до збільшення амплітуди вібрацій. Контроль вібрації таких механізмів дозволяє попередити поломки та вчасно вжити заходів для їх усунення.

В клітях консольного типу, сторона протилежна опорі менш стійка до силових навантажень, що виникають при профілюванні. Порушення технологічного режиму профілювання неодмінно призведе до вібрацій на кінцях валів консольних клітей.

Для контролю вібрацій полоси можливо використовувати як контактні датчики, так лазерні або оптичні. Для контролю вібрацій обертових частин краще використовувати датчики, з передачею даних безпровідним шляхом.

Отже, вібраційний моніторинг є ефективним інструментом для запобігання поломок і порушень технологічних процесів у виробництві гнутих профілів. Правильний вибір місць контролю вібрацій дозволить своєчасно виявляти несправності в обладнанні, забезпечувати стабільність виробничого процесу та підвищити якість готової продукції.

Література:

1. Ghazali M. H. M., Rahiman W. Vibration Analysis for Machine Monitoring and Diagnosis: A Systematic Review. Shock and Vibration. 2021. Vol. 2021. Article ID 9469318. 25 p.

2. Черкашин Д. В., Саєнко О. Ф., Губський С. О. Використання вібродіагностики для моніторингу та контролю технічного стану автомобільних компонентів. Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Серія: Автомобіле- та тракторобудування. Харків: НТУ "ХПІ", 2024. № 2. С. 97–107. DOI: 10.20998/2078-6840.2024.2.10.

ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ ТА НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ДЕФЕКТІВ У ВИРОБНИЦТВІ

Яковенко І.Е., Сотниченко В.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасних умовах індустріалізації та цифровізації особливого значення набуває впровадження інтелектуальних технологій у виробничі процеси, зокрема для забезпечення бездефектного виготовлення продукції. З цією метою все ширше використовуються методи комп'ютерного зору у поєднанні з нейронними мережами, які дозволяють автоматизувати процес виявлення дефектів на різних етапах виробництва. Автори ставлять перед собою завдання дослідити ефективність таких технологій в умовах реального виробництва, зокрема на малих та середніх підприємствах, де ресурсна та кадрова обмеженість робить критично важливою автоматизацію процесів контролю якості.

Комп'ютерний зір, доповнений можливостями глибокого навчання, демонструє високу точність при ідентифікації поверхневих дефектів, таких як подряпини, тріщини, деформації або зміни текстури. Найбільш ефективними виявилися згорткові нейронні мережі (CNN), які здатні обробляти зображення в реальному часі та ідентифікувати відхилення навіть за складних умов освітлення або неоднорідного фону. Для складніших завдань застосовуються архітектури типу Faster R-CNN, FCN або автокодери, які дозволяють проводити семантичну сегментацію дефектних зон на зображенні або виявляти аномалії без попереднього маркування.

Автори провели аналіз сучасних тенденцій оптимізації технологічних процесів у машинобудуванні та дійшли висновку, що інтеграція систем машинного зору та штучного інтелекту є ефективним напрямом підвищення продуктивності й конкурентоспроможності підприємства. Особливо перспективним виявилося поєднання модулів автоматичної візуалізації з алгоритмами самонавчання, що базуються на даних реального виробничого середовища. Це дозволяє системам адаптуватися до змін у технічних умовах, типах продукції або режимах освітлення, що вкрай важливо для стабільної роботи в умовах гнучкого виробництва.

На практиці впровадження таких систем на підприємствах дає змогу суттєво зменшити втрати сировини, обсяг бракованої продукції та навантаження на персонал, що виконує візуальний контроль. Додатково нейронні мережі можуть враховувати статистичні закономірності дефектів, що дозволяє не лише виявляти, але й прогнозувати їх виникнення, здійснюючи перехід до концепції превентивного контролю якості. Таким чином, впровадження комп'ютерного зору в поєднанні з глибоким навчанням забезпечує основу для розвитку цифрових двійників, безперервного моніторингу та оптимізації виробничих процесів.

ПРОГНОЗУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПОВЕРХНІ ПРИ МОДЕЛЮВАННІ ЗНОШЕНИХ АБО ПОШКОДЖЕНИХ ДЕТАЛЕЙ

Яковенко І.Є., Пермяков О.А., Блещунов В.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

При виконанні ремонтних та відновлювальних робіт пошкоджених чи зношених деталей дуже часто відсутня необхідна конструкторська документація. При розробці моделі використовуються різні методи формування геометрії поверхонь: від ручного вимірювання до контактного або лазерного обміру контуру. Однак, при створенні та коригуванні моделі для подальшого виготовлення нової деталі виникає проблема призначення необхідних параметрів точності та шорсткості всіх поверхонь деталі (особливо це стосується пошкоджених ділянок деталі).

Точність та якість поверхневого шару поверхні деталі залежать від багатьох факторів: геометричних розмірів та форми поверхні, матеріалу деталі, її функціонального призначення, умов роботи та ін. Найчастіше аналіз всіх цих чинників дозволяє конструктору встановити необхідні параметри. Такий підхід багато в чому залежить від досвіду конструктора і є досить суб'єктивним, що може призвести або до завищення характеристик точності та подорожчання виготовлення деталі, або заниження з наступними труднощами при монтажі та забезпеченні працездатності виробу в цілому.

Автори пропонують використовувати Simple ML for Sheets для вирішення цієї проблеми. На початковому етапі на основі конструкторської документації формується в табличній формі структурована база поверхонь вже відомих деталей, в якій міститься в закодованому вигляді інформація про деталі в цілому (тип, умови роботи, функціональне призначення, матеріал) і кожної поверхні окремо (тип і форма, функціональне призначення, номінальні геометричні розміри, вимоги до форми та розташуванню поверхні по відношенню до інших). Використання Simple ML for Sheets дозволяє на підставі відомої інформації про деталі та поверхні з певною часткою ймовірності спрогнозувати рекомендації щодо призначення параметрів точності розмірів, форми і шорсткості поверхні. Це допоможе конструктору та значно спростить процес ухвалення рішень щодо корегування геометричної моделі деталі та призначення параметрів точності та якості поверхневого шару, які будуть враховані при розробці технологічного процесу виготовлення деталі.

СЕКЦІЯ 2
АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ МЕХАНІЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ І ТРАНСПОРТУ

2.2 ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ТА ПРИКЛАДНІ ПРОБЛЕМИ ТРАНСПОРТНОГО МАШИНОБУДУВАННЯ

СУЧАСНІ ВИМОГИ ДО ПРОЕКТУВАННЯ ПОСТА ДІАГНОСТИКИ ДВИГУНІВ АВТОМОБІЛІВ КОНЦЕРНУ VAG

Абкілямов Т.О., Мітцель М.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Надійна та правильна робота всіх систем двигуна внутрішнього згорання є запорукою високої продуктивності та гарної паливної економічності. Капітальний ремонт зношеного двигуна автомобіля вимагає більше часу і більш повного обсягу ремонтних заходів, так як необхідно повністю розібрати двигун і провести заміну безлічі деталей, що вийшли з ладу. Найчастіше, капремонту двигуна потребують автомобілі з великим пробігом, коли потужність двигуна різко падає.

Щоб повернути двигуну колишню працездатність ремонту піддають паливну систему і вузли автомобіля, проводять шліфування валів, заміняють всю поршневу групу, а також виконують ряд інших заходів, необхідних для нормальної роботи систем двигуна

Сучасний автомобільний ринок характеризується зростанням кількості транспортних засобів концерну VAG із складними електронними системами управління двигунами. Типові несправності двигунів (наприклад, витік масла в EA888, засмічення EGR у TDI) призводять до збільшення витрат на ремонт та зниження довіри споживачів. Оптимізація процесу діагностики дозволяє підвищити точність виявлення дефектів та скоротити час обслуговування.

Проєкт поста передбачає інтеграцію спеціалізованого обладнання: сканерів VCDS/ODIS, стендів для перевірки компресії, газоаналізаторів. Для алгоритмізації діагностики використано аналіз статистики відмов двигунів VAG (2010–2020 рр.) та розроблено тризонну схему:

1. Програмна діагностика: зчитування помилок ECU, калібрування датчиків.
2. Механічні випробування: перевірка компресії, тиску у турбіні.
3. Аналітична обробка: формування рекомендацій на основі даних.

- Скорочення часу діагностики завдяки структурованому підходу.
- Зниження частки помилкових діагнозів.
- Економічна окупність поста за 1.5–2 роки (при навантаженні 10 авто/тиждень).

Впровадження проекту доцільне для сервісних центрів, що спеціалізуються на обслуговуванні автомобілів VAG. Оптимізований пост забезпечує точність, ефективність та економію ресурсів, що підтверджує його практичну цінність.

ДО МОДЕРНІЗАЦІЇ ОБ'ЄМНИХ ГІДРОПРИВОДІВ БУРИЛЬНО-КРАНОВИХ МАШИН

Аврунін Г.А., Мороз І.І.
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Бурильно-кранові машини (БКМ) створені на базі тракторів і призначені для буріння шурфів під різні опори в грунтах і широко застосовуються при виконанні будівельно-дорожніх робіт. До складу машини входять бурова установка і кранове обладнання. Сучасною тенденцією є застосування об'ємного гідропривода не тільки для підйому-опускання стріли, а також для обертання бурового обладнання [1; 2].

Об'ємний гідропривод дає багато переваг над механічним, зокрема здійснення режимів безступеневої зміни швидкості технологічного обладнання, спрощення щодо розташування гідропристроїв відносно робочих органів за допомогою рукавів високого тиску, і безумовно, надійний захист від перевантажень за тиском.

В той же час ведуться науково-дослідницькі і конструкторські роботи щодо підвищення ККД гідропривода, енергозбереження і автоматизації його роботи. Бурильна стріла здійснює підйом та опускання робочого органу машини, а також виконує важливу технологічну операцію подачі бурильного шнека в грунт. Продуктивність бурильної установки суттєво залежно від швидкодії подачі, тому слід вважати доцільним виконати аналіз функціонування гідропривода стріли з урахуванням динамічних навантажень бурильної установки.

За результатами огляду інформаційних джерел приходимо до висновку, що на даний час відсутні роботи, пов'язані з комплексним дослідженням роботи бурильного обладнання щодо динамічних навантажень на стрілу підйому-опускання бурового шнеку на різних етапах технологічного процесу буріння. Тому прийнято рішення щодо вдосконалення гідропривода стріли з метою підвищення енергозбереження та розробки методик статичного та динамічних розрахунків. Поставлена задача моделювання роботи гідропривода машини БКМ-2М на базі трактора ХТЗ-17221 з гідравлічним приводом обертання буру з використання пакету прикладних VisSim [3] на режимах зі змінним за часом навантаженням стріли з боку бурильного шнекового обладнання.

БКМ утіробочої рідини з використанням пакету VisSim виявили досить суттєві коливання тиску в гідроприводі бурильної стріли залежно від швидкодії зростанняв порівнянні зі статичним режимом, де перепад тисків не перевершує 19 МПа, а коливальний процес дає підвищення тиску до 32 МПа.

Література:

1. Виробник екскаваторів, навантажувачів та бурильно-кранових машин (Машинобудівна компанія «БУДАГРОМАШ»). 67 с.

2. Бурильно-кранова машина БКМ-2М. Паспорт: ТОВ «МК БУДАГРОМАШ». 2024. 12 с.

3. Скворчевський О.Є. Аналітичний огляд сучасних методів математичного комп'ютерного моделювання робочих процесів електрогідравлічних систем та агрегатів. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення у сучасних технологіях, 5 (2011). 71–79.

ВДОСКОНАЛЕННЯ МАШИНОБУДІВНОГО ПІДПРИЄМСТВА НА ОСНОВІ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДОЛОГІЇ SIX SIGMA

Болдовський В.М.
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «ХАІ»

Актуальність дослідження обумовлена необхідністю впровадження сучасних підходів до оптимізації технологічних процесів та організації виробництва якісної продукції на машинобудівних підприємствах України. В умовах посиленої глобальної конкуренції підприємства галузі мають потребу у постійному вдосконаленні своїх виробничих систем для зниження витрат, підвищення якості та забезпечення сталого розвитку.

Одним із найефективніших інструментів досягнення зазначених цілей є методологія Six Sigma, яка базується на використанні статистичних методів та структурованого підходу до аналізу й усунення відхилень у виробничих процесах. Основою цієї методології є цикл DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control), що забезпечує системне та науково обґрунтоване вдосконалення виробничих операцій.

Впровадження Six Sigma на машинобудівному підприємстві сприяє раціональному використанню ресурсів, зменшенню виробничих витрат, зниженню кількості дефектної продукції та, як наслідок, підвищенню прибутковості [2]. Завдяки методології стає можливим виявлення основних джерел технологічних втрат, оптимізація виробничих операцій, зменшення варіацій у процесах і підвищення точності прогнозування попиту. Серед ключових інструментів Six Sigma, що можуть бути ефективно застосовані в машинобудуванні, виділяють наступне. Статистичний контроль процесів (SPC), що дозволяє здійснювати моніторинг якості у режимі реального часу; Діаграму причинно-наслідкових зв'язків (діаграму Ішикави) для ідентифікації першопричин дефектів; Гістограми та контрольні карти, які дають змогу оцінити стабільність процесів; Факторний аналіз для визначення впливу параметрів на результати виробництва та оптимізації процесів. Для успішного впровадження методології Six Sigma необхідна стратегічна підтримка з боку вищого керівництва підприємства, адже процес удосконалення повинен бути інтегрований у загальну політику розвитку компанії. Важливим є також підготовка фахівців відповідного рівня (Green Belt, Black Belt), які володітимуть інструментами та підходами Six Sigma. Крім того, активне залучення персоналу до процесів поліпшення сприяє формуванню культури безперервного вдосконалення.

Застосування методології Six Sigma у сфері машинобудування створює передумови для підвищення ефективності виробничих процесів, зменшення кількості дефектів і втрат, а також покращення конкурентних позицій підприємства на ринку. Її впровадження є важливим стратегічним кроком на шляху до підвищення інноваційного потенціалу та сталого розвитку машинобудівної галузі України.

FEATURES OF THE APPLICATION OF THE ENERGY RECOVERY SYSTEM OF SUSPENSION DAMPING DEVICES ON ARMORED COMBAT VEHICLES

Verbov Y.V., Dushchenko V.V., Vorontsov S.M.
National Technical University
"Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

Over the past decades, much attention has been paid to the development and research of various energy recovery systems (ERS) of suspension damping devices (SDD) of vehicles to increase their efficiency and environmental friendliness. Many designs of electric, hydraulic, pneumatic, and inertial-mechanical ERS are being studied and intended for use on various types of vehicles. Nevertheless, their implementation on serial vehicles is progressing very slowly. Among the unresolved problems are both purely technical and the lack of a sufficient volume of theoretical and experimental research on the dynamics of the joint operation of mechanical and electromagnetic systems, the assessment of their interaction, taking into account all the features of operating conditions, depending on the purpose of the vehicle.

The analysis of the features of the application of the ERS SDD suspension on armoured fighting vehicle (AFV), which must be taken into account when developing them, showed the following:

1. The ERS SDD suspension of the AFV has many times higher efficiency compared to civilian vehicles, which is a consequence of their operation in challenging road conditions with increased speeds when energy losses in the SDD suspension of the AFV can reach 30% of the power plant.

2. An urgent problem in ensuring high tactical and technical characteristics of the AFV is the need to increase the energy consumption of the SDD while simultaneously reducing their thermal stress, which is logically solved when using the ERS SDD.

3. The introduction of the ERS SDD on the AFV will allow the improvement of both mobility indicators (smoothness of movement, average speed, range, etc.) and indirect indicators of firepower and protection.

4. When using systems for controlling the characteristics of suspension units, which is a pressing problem of modern AFVs, it is necessary to provide for their combination and functioning together with the ERS SDD suspension.

5. The use of the ERS SDD can be especially effective in the presence of a hybrid power plant (HPP), which is considered appropriate only for wheeled AFVs weighing up to 30 tons. In this case, it is necessary to use electric-type energy storage devices. In the case of tracked vehicles weighing 40…50 tons, without HPP, to increase the efficiency of the ERS. When choosing an energy storage device, it is necessary to ensure its minimal conversion from one type to another.

6. The operation of the AFV takes place in more severe climatic and road conditions, which can significantly affect the choice of the type of energy storage device.

Considering these features will allow for determining the rational structure and type of the ERS SDD suspension when applying it to an AFVs.

ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ АВТОМОБІЛІВ

Волков В.П., Волкова Т.В.
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Існуюча десятиріччя в технічній експлуатації автомобілів (ТЕА), планово-попереджувальна система технічного обслуговування і ремонту (ТО і Р), яка сформована на базі спрощеної моделі функціонування транспортної інфраструктури, при якої автомобіль в основному працює з прив'язкою до власного підприємства, вже не відповідає вимогам часу [1].

У зв'язку з застосуванням на автомобілях вбудованого бортового діагностування, розвитку супутникових систем навігації і мобільного зв'язку, сучасних інформаційних технологій, працюючих сумісно з *ITS* з'явилася можливість здійснювати дистанційний моніторинг з оцінкою рівня технічного стану автомобіля, що цілком дозволяє реалізувати практично будь-які завдання по виявленню та прогнозуванню технічного стану автомобіля. Це в свою чергу дозволяє перейти до адаптивної системи ТО і Р автомобілів, ключовим моментом якої є розробка інформаційно-комунікаційної системи і бази прогнозних моделей, що забезпечують шляхом моніторингу дистанційне отримання необхідної поточної інформації від рухомого складу (РС), її обробку і вироблення коригувальних впливів.

Створено віртуальне ПАТ «ХНАДУ – ТЕСА», яке має основний підрозділ - технічну службу контролю і підтримки роботоздатності автомобілів, а також систему супутникового моніторингу РС, яка має спеціалізовані інформаційним програмні комплекси (ІПК) для управління ТЕА [2, 3].

РС підприємств, що користуються послугами віртуального ПАТ «ХНАДУ – ТЕСА», оснащується навігаційно-зв´язними і телематичними навігаторами-приймачами, які дозволяють цілодобово контролювати навігаційні і технічні параметри РС різних категорій. Весь об'єм навігаційної і технічної інформації, що отримується від спостерігаємого РС, поступає на телематичний сервер, зберігається в базі даних і стає доступним в науково-диспетчерському пункті ХНАДУ, де проходить подальшу обробку за допомогою спеціально розроблених ІПК «*Virtual mechanic* «HADI – 12»» «*Service Fuel Eco* «NTU-HADI - 12»», «*MonDiaFor* «HADI – 15»», ««*IdenMonDiaOperCon* «HNADU – 16»» і ін. Приведено алгоритми роботи ІПК і результати практичної реалізації функціональних можливостей віртуального ПАТ «ХНАДУ – ТЕСА» в рамках *ITS* [4].

Література:

1. Організація технічної експлуатації автомобілів в умовах формування інтелектуальних транспортних систем / В.П. Волков, В.П. Матейчик, П.Б. Комов і ін. // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Автомобіле- та тракторобудування, 2013. - №64 (970). - С. 36-42.

2. Волков В.П. Інформаційні технології в технічній експлуатації автомобілів / В.П. Волков, В.П. Матейчик, П.Б. Комов і ін. - Харків: ХНАДУ, 2015. - 388 с.

3. Програмне забезпечення систем моніторингу транспорту / М.Ф. Дмитриченко, В.П. Матейчик, В.П. Волков і ін. - Київ: Вид-во НТУ, 2016. - 200 с.

4. Інформаційні системи моніторингу технічного стану автомобілів / В.П. Волков, І.В. Грицук, Ю.В. Грицук і ін. - Харків: ФОП Панов А.М., 2018. - 299 с.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ МЕТОД ДІАГНОСТИКИ ЗНОСУ ВАЛЬНИЦЬ КОВЗАННЯ ПРОКАТНОГО ОБЛАДНАННЯ

Гайдамака А.В., Клітной В.В., Кірік В.І.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Вальниці ковзання електричних машин приводів валків прокатних станів працюють в умовах надмірних навантажень, підвищеної вібрації та значного тепловиділення, що суттєво ускладнює їх експлуатацію. Такі умови спричиняють прискорене зношування вкладишів і розвиток втомних руйнувань.

Результати дослідження характеру пошкоджень вкладишів вальниць ковзання електродвигунів вертикальних валків прокатних станів типів "Тандем", "1680", "1700-1" та "1700-2" ЦХП-1 ПАТ «Запоріжсталь» свідчать про наявність декількох типів дефектів. Водночас найнебезпечнішими є втомні руйнування, зумовлені динамічними навантаженнями, оскільки вони призводять до утворення поверхневих сколів і тріщин, що не лише погіршують умови змащування, але й спричиняють відшарування антифрикційного шару від вкладиша, а в підсумку – руйнування всієї вальниці [1]. Зазначене пошкодження спричиняється вібраціями через збільшені зазори і бачиться доцільним використання для діагностики спосіб спектрального аналізу вібрацій.

Натепер на ПАТ «Запоріжсталь» для діагностики вальниць ковзання електромашин приводів валків прокатних станів виконується метод вимірювання вібрацій, однак наявність аварій, пов'язаних з пошкодженням вкладишів вальниць, свідчать про необхідність удосконалення і розвитку метода, що використовується. Перспективним бачиться удосконалення спектрального аналізу вібрацій за рахунок застосування штучного інтелекту при діагностиці. В зв'язку з цим цікавим бачиться запропонований у роботі [2] метод, побудований на основі багатомасштабної стробованої згорткової нейронної мережі.

В представленій роботі запропонований інтелектуальний метод діагностики зносу вальниць ковзання прокатного обладнання , побудований на основі багатомасштабної стробованої згорткової нейронної мережі, який працює, що здійснює обробку вібраційних сигналів в реальному часі.

Література:

1. Гайдамака А.В., Музикін Ю.Д., Бородін Д.Ю., Верба І.С., Кригін С.В., Іщенко О.В. Діагностика вальниць ковзання прокатного. Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Сер. : Машинознавство та САПР – Харків : НТУ "ХПІ", 2021. – № 2. – С. 22-28.

2. Dai J, Tian L, Chang H. An Intelligent Diagnostic Method for Wear Depth of Sliding Bearings Based on MGCNN. Machines. 2024; 12(4):266.

DIE ROLLE ZIVILER FAHRZEUGE UNTER KRIEGSBEDINGUNGEN

Harmasch O.O.[1,2], Agapow O.M.[1]
[1]Nationale Technische Universität „Charkiw Polytechnisches Institut“,
[2]Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Während des Kriegszustands spielen zivile Fahrzeuge eine bedeutende Rolle bei der Stärkung der Verteidigungsfähigkeit des Staates. Für die aktive Armee sind insbesondere Lastkraftwagen, Kettenfahrzeuge, Traktoren sowie geländegängige Pkw von Interesse, die sich im Besitz von Bürgern oder im Bestand privater Unternehmen befinden. Die Übergabe solcher Fahrzeuge an die Streitkräfte der Ukraine (AFU) wird durch eine Reihe gesetzlicher Regelungen bestimmt. Die allgemeinen Vorschriften für den Transport von Gütern und Personal mit militärischen Transportmitteln sind in der Doktrin „Über die Organisation von Bewegungen und Transporten in den AFU“ dargelegt. Der umfangreiche Einsatz ziviler Fahrzeuge für militärische Zwecke erfordert die Umsetzung einer Reihe organisatorischer und technischer Maßnahmen.

Hauptanwendungsbereiche ziviler Fahrzeuge:

1. Für humanitäre Zwecke:

– Evakuierung der Zivilbevölkerung: Humanitäre Organisationen nutzen zivile Fahrzeuge umfassend; private Pkw sind oft das Hauptmittel für die Flucht von Menschen aus Kampfgebieten.

– Lieferung humanitärer Hilfe: Lastwagen und Lieferwagen werden für den Transport von Lebensmitteln, Wasser, Medikamenten und anderen lebenswichtigen Gütern in betroffene Gebiete eingesetzt.

2. Im Rahmen der Mobilisierung und des Transports:

– Transport von Militärpersonal und Reservisten.

– Lieferung von Lebensmitteln, Munition, Medikamenten und anderen Versorgungsgütern in Kampfzonen oder rückwärtige Gebiete.

– Evakuierung von Verwundeten vom Schlachtfeld zu medizinischen Einrichtungen.

3. Einsatz in Kampfhandlungen:

– Umrüstung und Modernisierung: Pick-ups und Geländewagen werden mit zusätzlicher Panzerung, Maschinengewehren, Flugabwehrsystemen, elektronischer Kriegsführung (EW) und anderer Bewaffnung ausgestattet, um mobile Feuerunterstützung zu gewährleisten.

– Aufklärung und Patrouillen: Pkw und Geländewagen werden für die schnelle Verlegung von Aufklärungsgruppen und Patrouillen eingesetzt, insbesondere in städtischen Gebieten oder Regionen mit gut ausgebautem Straßennetz.

Es ist anzumerken, dass zivile Fahrzeuge anfällig für Beschuss sind, und unter Kriegsbedingungen bestehen Schwierigkeiten bei der Versorgung mit Treibstoff, Ersatzteilen und Reparaturmöglichkeiten. Nach der Integration in die AFU werden sie zu legitimen militärischen Zielen. Dennoch erfüllen diese Fahrzeuge trotz der Risiken kritische Funktionen – sie gewährleisten Mobilität, logistische Unterstützung und humanitäre Hilfe.

АНАЛІЗ ПРИЧИН ЗАТРЕБУВАНОСТІ ПІКАПІВ У ВІЙСЬКОВИХ ДІЯХ

Гармаш О.О.[1,2], Агапов О.М.[1]

[1]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», [2]Магдебурзький університет ім. Отто фон Геріке

Добре відоме успішне застосування пікапів у локальних конфліктах різних точок світу (Чад, Сомалі, Афганістан, Близький Схід та ін.). Повномасштабна російсько-українська війна показала, що пікапи знаходять своє місце і в протистоянні регулярних армій.

Переваги цих автомобілів наступні: доступність (цивільні автомобілі масового виробництва, забезпечені запасними частинами), мобільність і прохідність (особливо повнопривідні моделі), універсальність і адаптивність (відкритий кузов дає змогу встановлювати різне обладнання та озброєння), достатня вантажопідйомність, простота обслуговування (відсутність у базових комплектаціях дорогих систем), висока швидкість (можливість перекидання бійців або озброєння).

Переобладнання пікапів для військових потреб ведеться з урахуванням конкретних завдань. Встановлення озброєння: у кузові кріплять великокаліберні кулемети (ДШК, Browning, NSV), автоматичні гранатомети АГС-17/30, ПТРК («Стугна-П», "Javelin", «NLAW»), міномети або реактивні установки. Захист екіпажу: встановлення металевих щитів, бронеплит у двері, капот, задню частину кабіни, додають решітки або «клітки» для захисту від осколків і FPV-дронів, системи їхнього виявлення та глушіння. Зв'язок і розвідка: монтують рації з посиленими антенами, ставлять радіоретранслятори, для роботи з БПЛА - платформу або систему електроживлення в кузові (інвертори, акумулятори, ноутбуки тощо). Логістика і медевакуація: у кузові розміщують ящики для боєприпасів, ноші та медобладнання, генератори, паливо та інструменти; іноді обшивають тентом або роблять модульний фургон. Маскування: фарбують у «польові» кольори (зелений, пісочний, сірий), використовують сітки, накидки або навіть імітацію цивільного транспорту.

Основні напрямки використання пікапів: розвідка і патрулювання; як мобільні бойові платформи є ефективними засобами вогневої підтримки; замінюють санітарні машини під час евакуації поранених воїнів; перевозять боєкомплекти, спорядження, їжу, воду, пальне і запчастини на важкодоступні ділянки фронту або до позицій на «нулі»; переобладнують для запуску дронів, встановлення антен зв'язку або засобів радіоелектронної боротьби; робота у мобільних групах із боротьби з «шахедами».

Українські збройні сили продовжують адаптуватися до умов сучасної війни, активно використовуючи легку маневрену техніку. Пікапи, які раніше сприймалися як допоміжний транспорт, тепер стали повноцінною бойовою платформою, здатною конкурувати з бронетехнікою [1].

Література:

1. https://armyinform.com.ua/2025/03/20/mad-max-po-ukrayinsky-yak-nashi-bijczi-peretvoryly-pikapy-na-smertonosni-bojovi-mashyny/

ОЦІНКА ВПЛИВУ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ НАТИСКНОГО ПРИСТРОЮ СУХОГО ЗДВОЄНОГО ЗЧЕПЛЕННЯ НА ЗМІНУ КРУТНОГО МОМЕНТУ

Гасанов М.І. [1], Калінін П.М. [2], Сергієнко А.М.[1], Тихановський В.П.[1]

[1] Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», [2] Національна академія Національної гвардії України, м. Харків

Роботизовані трансмісії з преселективними коробками передач є перспективним напрямком розвитку транспортних засобів, що обумовлює необхідність постійного вдосконалення систем зчеплення з метою підвищення їх ефективності, стабільної роботи та економічності в умовах експлуатації.

Аналіз існуючих конструкцій зчеплень дозволяє визначити напрями їх вдосконалення та розробити нові конструкції здвоєних зчеплень (патенти на винаходи України №10711, 114964, 118124, 125475) з покращеним механізмом керування зчепленням, який передбачає використання поворотних упорів 1 та пересувних кареток 2 (рис. 1).

У поданій заявці на винахід України №a2024 02273 для забезпечення стабільності коефіцієнтів запасу зчеплень при їх переключенні, спрощення конструкції та зменшення енерговитрат на керування запропоновано поверхню поворотного важеля 1 (рис. 1) виконувати з визначеним радіусом кривини $R = 0{,}5 \cdot \Delta \cdot L / (\delta + i + \chi)$, а у якості натискного елемента використовувати тарілчасту пружину 3 (рис. 1), пружна характеристика (рис. 2) якої забезпечує ефективну роботу зчеплення [1].

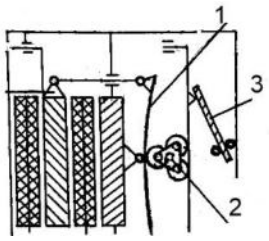


Рис. 1

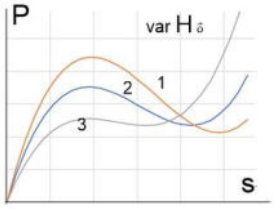


Рис. 2

Сучасні вимоги щодо швидкодії вмикання передач приводять до аналізу динамічних процесів, що виникають в зчепленні. Невдалі параметричні рішення системи керування зчепленням можуть привести до небажаних віброударних навантажень, ривків при розгоні транспортного засобу, додаткових шумів.

В рамках даного дослідження розглянуто розрахункову методика з визначення впливу параметрів руху каретки (швидкості, прискорень, траєкторії) та параметрів тарілчастої пружини на навантажувальну спроможність зчеплення та характер зміни крутного моменту в процесі його включення на відповідні динамічні процеси.

Отримані результати дозволяють розробити рекомендації до зниження динамічних навантажень в трансмісії та збільшення ресурсу роботи зчеплення.

Розроблену розрахункову модель досліджуваного зчеплення передбачено використовувати у вигляді одного з модулів загальної математичної моделі для оцінки процесу включення здвоєного зчеплення на динамічні процеси в трансмісії транспортного засобу.

Література:

1. *Сергієнко М.Є.* Синтез параметрів тарілчастої пружини двопотокової муфти зчеплення транспортного засобу [Текст] / *М.Є. Сергієнко, П.М. Калінін, А.М. Сергієнко* // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXXI міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2023, 17-20 травня 2023 р. / за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків: НТУ «ХПІ». – С.263.

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПОЛІСПАСТНОЇ СИСТЕМИ ПІД ЧАС ЕВАКУАЦІЇ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

Григорович А.М.

Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут»

Необхідність точного визначення параметрів поліспастних систем пов'язана з виключенням можливості руйнування елементів такелажного устаткування, які застосовується під час їхнього використання [1]. У загальному вигляді для визначення параметрів поліспастної системи використовується розрахункова методика, що ґрунтується на таких формулах

$$\eta_{\text{п}} = \frac{(1-\eta_{\text{бл}}{}^{i_{\text{п}}}) \cdot \eta_{\text{бл}}{}^{\text{а}}}{(1-\eta_{\text{бл}}) \cdot i_{\text{п}}};\ i = {}^{n_{\text{г}}}/_{j} \qquad (1)$$

де $\eta_{\text{п}}$ – ККД поліспастної системи ; $\eta_{\text{бл}}$– ККД блочків, що застосовуються в системі; i – кратність поліспастної системи; а – кількість обвідних блоків.

Перевірялася доцільність використання розрахункової методики, яка враховує сили тертя, що виникають, у парі «трос поліспастної системи - елементи рельєфу».

Запропонована розрахункова методика ґрунтується на послідовному визначенні напружень ділянок поліспастної системи з урахуванням впливу сил тертя, що виникають на даній ділянці. Для визначення ступеня впливу сил тертя використовували формулу Ейлера , яка пов'язує напруження, що виникають, з кутом охоплення і коефіцієнтом тертя в місцях його виникнення [2].

$$F = fe^{\mu\Theta} \qquad (2)$$

де F, f – напруження, що виникають на ділянці поліспастної системі; μ– коефіцієнт тертя; Θ – кут охвату; а – кількість обвідних блоків; e– основа натурального логарифма.

Теоретичні розрахунки проводилися для трьох різних поліспастних схем, з різними кутами охоплення тросом елементів рельєфу і різним набором такелажного обладнання, які мають різне значення ККД. Для перевірки точності отриманих результатів було проведено фізичний експеримент, що моделює умови теоретичних розрахунків у всіх випадках застосування.

Проведені розрахунки показали високий ступінь збіжності результатів, отриманих у результаті теоретичних розрахунків та результатів фізичного моделювання. Це дає змогу успішно застосовувати запропоновану методику у випадках, коли кути охоплення і коефіцієнти тертя в різних ділянках поліспастної системи або мають різні значення. У свою чергу це диктує необхідність застосування розрахункових методик, які враховують усі значущі параметри, що можуть вплинути на точне визначення напружень, які виникають у поліспастній системі під час роботи під навантаженням.

Література:

1. Підйомно-транспортні машини : підручник / А. С. Кобець, В. І. Дирда, Ю. Г. Козуб, С. В. Ракша та ін. : за ред. А. С. Кобця та В. І. Дирди. – Луганськ : ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2013. – 218 с.

2.Бондаренко, А. А., Дубінін, О. О., Переяславцев, О. М. Теоретична механіка: Підручник: у 2 ч. – Ч.1: Статика. Кінематика.– К.: знання, 2004.– 599 с.

КОНЦЕПЦІЯ ВИБОРУ КОНСТРУКТИВНОЇ СХЕМИ БЕЗСТУПІНЧАСТОЇ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОЇ ТРАНСМІСІЇ КОЛІСНОГО ТРАКТОРА

Даниленко В.Д., Кожушко А.П.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Постійний розвиток технологій в галузі автомобіле- і тракторобудування перш за все направлено на зниження викидів забруднених газів, що зумовлює до впровадження гібридних технологій. І якщо раніше дані технології використовувались в трансмісіях автомобільних засобів, то зараз ведуться роботи над впровадженням гібридних трансмісій на засоби спеціального призначення, наприклад в сільськогосподарські трактори, засоби інженерно-будівельної техніки, тощо. Будова гібридних трансмісії в спеціалізованих засобах передбачає використання одного або декілька електричних двигунів – це передбачає використання багатьох варіантів конструктивної будови гібридних трансмісій, від простіших, таких як паралельні схеми, до більш складних послідовно-паралельних схем.

Використання технології, яка ґрунтується на аналізі взаємодії двох потоків потужності в гібридних трансмісіях, направлено на дотриманні експлуатаційних вимог, що пред'явлено до спеціалізованого засобу. До експлуатаційних показників перш за все відносять швидкісні та енергетичні показники. Зважаючи на це, на етапі проектування трансмісійної установки закладають дотримання швидкісних та енергетичних потреб засобу. Побудова будь-якої безступінчастої трансмісії (електромеханічної або гідрооб'ємно-механічної) вимагає забезпечення нульової стартової швидкості, що вимагає забезпечення урівноваження потоків потужності від двигуна внутрішнього згоряння та додаткового джерела енергії.

Продукування можливих схем безступінчастих електромеханічних трансмісій ґрунтується на розміщенні планетарного механізму на вихідній ланці трансмісії, що відіграє роль суматора потоків потужності. Оскільки досліджувана трансмісіє є безступінчастою, то одним з основних критеріїв її роботи повинен бути нульова стартова швидкість. Вирішення цієї задачі вимагає забезпечення урівноваження потоків потужності, які формуються електричним мотором та двигуном внутрішнього згоряння. Зважаючи на це, схема досліджуваної безступінчастої електромеханічної трансмісії повинна складатися з двох або більше планетарних механізмів, робота яких і повинна забезпечити урівноваження потоків потужності, що протікають від двигуна внутрішнього згоряння та електричного приводу. Після перебору можливих комбінацій з'єднань планетарних механізмів наступним кроком, за необхідністю впроваджуються циліндричні редуктори в механічну або електричну гілку трансмісії. Таке впровадження передусім дозволяє збільшити або зменшити кінематичні та силові показники, що формуються у гілках безступінчастої трансмісії.

ПЕРШИЙ МАЛОГАБАРИТНИЙ ТРАКТОР (ДО 75-РІЧЧЯ ПОЧАТКУ ВИГОТОВЛЕННЯ ХТЗ-7)

Єпіфанов В.В., Писарська Н.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків

У цьому році виповнилося 75 років з початку виготовлення садово-городнього трактора ХТЗ-7, що тривалий час використовувався в дрібних господарствах та користувався попитом через свою універсальність. Виробництво цього трактора розпочалося 1950 р. на Харківському тракторному заводі (ХТЗ), але згодом було передано до іншого підприємства – Харківського трактороскладального заводу (ХТСЗ). Для ХТСЗ ця модель стала першою. Трактор, розроблений конструкторами ХТЗ, був відзначений у 1952 р. Державною премією.

ХТЗ-7 – перший безрамний малогабаритний трактор, що з успіхом використовувався в різних видах робіт, переважно для вирощування овочевих та технічних культур. Завдяки наявності бортової гідросистеми трактор міг агрегатуватися тогочасними навісним та причіпним обладнанням. За потреби ХТЗ-7 можна було використовувати також для буксировки причепів вантажопідйомністю до 3-х тон. Наявність бічного шківа дозволяла активувати зрошувальні й поливальні агрегати, стаціонарні молотарки, зерноочисні трієри, лоткові й стрічкові транспортери.

Трактор ХТЗ-7 мав трансмісію із п'ятьма передачами переднього ходу, з яких одна сповільнена використовувалася для посадки розсади овочевих культур. Діапазон робочих і транспортних швидкостей машини вагою в 1400 кг перебував у межах від 4,4 до 12,7 км/год.

Чотири передачі заднього ходу задіяні для роботи з навісними пристроями в реверсному режимі. Двосателітний конічний механізм диференціала приводив у дію одноступеневі кінцеві редуктори ведучих задніх коліс.

Особливість коліс ХТЗ-7 полягала в тому, що вони були оснащені пневматичними шинами, які за потреби заповнювалися водою для збільшення зчіпної ваги.

Залежно від виду робіт, агротехнічний кліренс і розмір колії можна було регулювати. У першому випадку - розворотом редукторів, у другому - розворотом коліс на 180°. Робота трактора в реверсному режимі передбачала зміну положення керма, педалей і крісла водія.

Отже, незважаючи на те, що цей трактор виготовляли лише протягом декількох років (1950 – 1956 рр.), він став попередником більш досконалих моделей ДТ-14 та ДТ-20. Загалом за роки виробництва випущено близько 50000 екземплярів, деякі трактори ХТЗ-7 були наявні в продажу до 2000 року.

ЕЛЕКТРОБУСИ ЯК КЛЮЧОВИЙ ЕЛЕМЕНТ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ ТА ЕКОЛОГІЧНОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

Завгородній В.В., Пелипенко Є.С.,
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Один із способів зробити міський транспорт ефективнішим – перейти на сучасні й енергоощадні технології, зокрема в автобусних перевезеннях. Звичні бензинові та дизельні автобуси мають кілька серйозних недоліків: вони спричиняють значне забруднення повітря, багато шумлять і залишають чималий вуглецевий слід. Зокрема, дизельний автобус викидає в середньому 1,2–1,5 кг CO_2 на кожен кілометр пробігу, тобто до 150 тонн CO_2 на рік з одного автобуса при інтенсивній експлуатації. Крім вуглекислого газу, двигуни внутрішнього згоряння продукують значну кількість оксидів азоту (NO_x) – до 9 г/км, та твердих частинок (PM) – до 0,6 г/км, що є небезпечними для здоров'я людей, особливо у густонаселених районах. В Україні поступово починається перехід до екологічнішого транспорту. Наприклад, у Києві, Львові та Дніпрі вже з'явилися перші електробуси. У 2023 році столиця закупила 20 електробусів із запасом ходу до 250 км. Нижче наведені порівняльні переваги електробусів над автобусами з ДВЗ:

- Споживання енергії електробуса становить у середньому 0,9-1,2 кВт·год/км, тоді як дизельний автобус споживає близько 40-45 л/100 км.
- Вартість кілометра пробігу для електробуса на 30-50% нижча.
- Мінімальні викиди CO^2 при «зеленій» електроенергії.
- Рівень шуму електробуса нижчий у середньому на 10-15 дБ, що суттєво покращує комфорт у міських умовах.
- Менше зношування гальмівної системи завдяки рекуперативному гальмуванню.

Але для того щоб такі автобуси працювали, потрібна відповідна інфраструктура. Існують два основні варіанти зарядки:

- Повільна (нічна, в депо): потужність 60–150 кВт, повна зарядка займає 4-6 годин.
- Швидка (на маршруті, через пантограф): до 450 кВт, зарядка за 5-15 хвилин.

На ефективність електробуса впливають тип двигуна, програмне забезпечення керування, тип батарей (літій-залізо-фосфатні або NMC), а також системи, що дозволяють повертати енергію при гальмуванні. У результаті, перехід на електробуси дозволяє не тільки зменшити витрати на обслуговування транспорту майже на третину, але й зробити міста комфортнішими для життя й готовими до впровадження нових цифрових рішень у транспортній сфері. Електробуси потребують більш ретельного планування маршрутів та графіків обслуговування, щоб уникнути простоїв. У підсумку: електротранспорт – це економічно вигідне та гнучке рішення для наших міст.

ОПТИМІЗАЦІЙНО-ПАРАМЕТРИЧНИЙ СИНТЕЗ ІНТЕГРОВАНИХ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ НА БАЗІ РОБОТІВ ABB, UGV І СЕНСОРНИХ МЕРЕЖ

Істомін О.Є., Заікін В. О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Впровадження інтегрованих систем з ABB-роботами, платформами UGV та сенсорами – ключовий тренд автоматизації. Основне завдання – оптимізаційно-параметричний синтез конфігурації з урахуванням точності, вартості, швидкодії та щільності покриття. Контрольована зона – прямокутник розміром a×b. Сенсори встановлено на площині z = 0, кожен має зону дії у формі півсфери радіуса R.

Для повного покриття площі A=a·b за гексагональною сіткою необхідна кількість сенсорів обчислюється за формулою:

$$N = \frac{2A}{3\sqrt{3r^2}},$$

У разі прямокутного (решітчастого) розміщення:

$$N = \frac{A}{\pi r^2},$$

Вектор параметрів системи:

$$x = (N, r, t_{ABB}, \varepsilon, C, E_{UGV}),$$

На прикладі виробничої зони розміром a=20 м,b=10 м та сенсорів з r=1.5 м визначено:

- ★ мінімальна кількість сенсорів при гексагональному розташуванні – N = 103;
- ★ при прямокутному – N = 141;

при ε = 0.025 м допустимими виявилися 12 варіантів, серед яких оптимальний за функцією (5) мав:

x=(N=106, r=1.5, =7.8, ε=0.021, C=78,000, E=260)

Розроблений метод базується на побудові безрозмірного простору параметрів і множини допустимих рішень. Проведене моделювання підтвердило його ефективність у зменшенні кількості сенсорів і підвищенні точності.

Література:

1. ABB Robotics. Роботи ABB у виробництві: гнучкість, ефективність, безпека [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://new.abb.com/products/robotics

2. Siciliano B., Schiavicco L., Villani L., Oriolo G. Robotic Modeling, Planning and Management. – Springer, 2010. – 576 p.

СИСТЕМИ БЕЗПЕКИ В СУЧАСНИХ АВТОМОБІЛЯХ

Калінін Є.І.
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

Системи безпеки в сучасних автомобілях зазнали значного розвитку у 2024 році, спрямованого на підвищення безпеки дорожнього руху та зменшення кількості аварій. У цій статті розглянуто основні інновації в системах безпеки на прикладі розвинених країн, зокрема Німеччини, США та Японії.

Автоматичне екстрене гальмування стало обов'язковим у багатьох країнах. У США Національна адміністрація безпеки дорожнього руху (NHTSA) встановила нові стандарти, які вимагають, щоб AEB працювало на швидкостях до 62 миль на годину (приблизно 100 км/год) до 2029 року. Це рішення спрямоване на зменшення кількості смертельних випадків та травм на дорогах.

Системи допомоги в утриманні смуги руху (Lane Keeping Assist) та моніторинг уваги водія стали більш поширеними. Дослідження показують, що інтеграція цих систем допомагає зменшити кількість аварій, спричинених втомою або неуважністю водія.

У Німеччині компанія Mercedes-Benz впровадила нове покоління адаптивного круїз-контролю, яке дозволяє автоматично обганяти повільніші транспортні засоби на автомагістралях. Ця функція вже доступна в Європі та очікує на регуляторне схвалення в інших країнах.

Китайська компанія Horizon Robotics оголосила про партнерство з Volkswagen для розробки передових технологій допомоги водієві. Спільне підприємство Carizon, створене з цією метою, інтегрує рішення Horizon Superdrive у транспортні засоби Volkswagen, що підвищить рівень автономності та безпеки.

Європейський Союз з липня 2024 року вимагає, щоб нові моделі автомобілів були оснащені розширеними системами допомоги водієві, включаючи системи екстреного гальмування, які здатні виявляти пішоходів і велосипедистів. Це спрямовано на підвищення безпеки всіх учасників дорожнього руху.

Незважаючи на швидкий розвиток технологій, існують виклики, пов'язані з їх впровадженням. Автовиробники висловлюють занепокоєння щодо здатності відповідати новим стандартам AEB, зокрема щодо роботи на високих швидкостях, посилаючись на технічні обмеження та потенційні високі витрати.

У підсумку, 2024 рік ознаменувався значними досягненнями в галузі автомобільних систем безпеки. Інтеграція передових технологій та впровадження нових регуляторних стандартів сприяють підвищенню безпеки дорожнього руху в розвинених країнах.

Література:

1. Automatic Braking Systems Save Lives. Now They'll Need to Work at 62 MPH. https://www.wired.com/story/automatic-emergency-braking-systems-62-mph/?utm_source=chatgpt.com
2. Car Safety Features. https://mycardoeswhat.org/safety-features/

ANALYSIS OF FUEL ECONOMY INDICATORS AT PARTIAL LOADS OF AGRICULTURAL TRACTORS

Kalchenko B.I., Tishevsky M.O.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"

When performing technological processes, the tractor's power load for individual agricultural operations can be 30-70%. Such a significant underload is accompanied by increased fuel consumption per unit of useful work performed. The features of the brake specific fuel consumption (BSFC) map of tractor diesel engines explain this. According to BSFC map, a decrease in the torque load causes an increase in specific fuel consumption. However, there is a possibility of improving fuel economy, which is realized by reducing the engine crankshaft speed at a constant tractor traction power and maintaining the technological speed of movement. This requires switching to a higher transmission gear and provides an increase in the engine's torque load. In this case, the engine switches to more economical operating modes in terms of specific fuel consumption. This method of switching to a higher gear while simultaneously reducing the speed is called "GUTD - gear-up and throttle-down" or "SUTB - shifted-up and throttled-back".

The effectiveness of this technique was studied based on the results of tractor test protocols at the Nebraska Tractor Test Laboratory (NTTL, USA) (see figure). Existing reserves for increasing the efficiency of wheeled agricultural machinery in the form of fuel savings were identified using the example of more than 30 tractors.

For example, the study and analysis of data from the test protocol of the John Deere 8R 490 tractor according to the OECD Code 2 procedure in NTTL showed that it is possible to obtain real fuel savings within 11.8-14.1% when using the GUTD method, ensuring a speed of 8.5-8.7 km/h and partial traction within 50...75%.

It was found that in general fuel savings can reach a maximum of 19.2% when loaded with 75% and 25.5% when loaded with 50% of the maximum traction. The average fuel savings are 10.7% for 75% and 14.9% for 50% of the maximum traction. On most tractors, fuel savings of 7.1-14.1% can be achieved when loaded with 75% traction and 11.1-18.5% when loaded with 50% of the maximum traction.

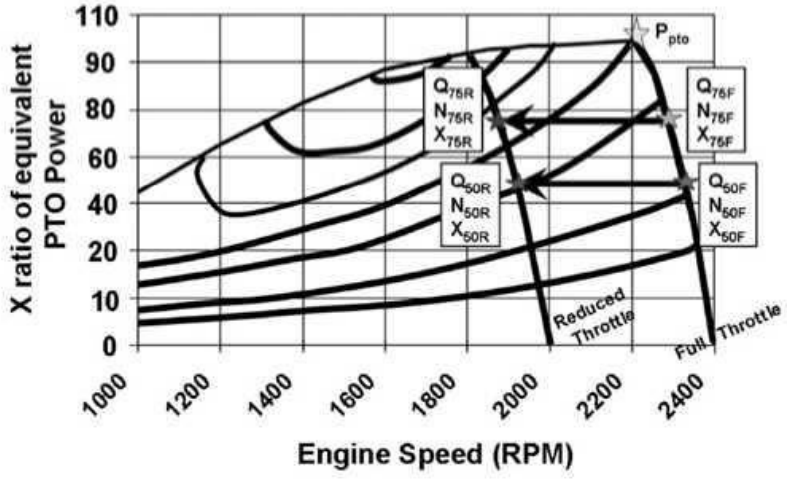


Figure – Brake specific fuel consumption map with test modes in NTTL

ДІАГНОСТИКА ЗНОШУВАННЯ ВАЛЬНИЦЬ КОВЗАННЯ ПРОКАТНИХ СТАНІВ

Кірік В.І., Клітной В.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Надійність і безперервність роботи прокатного обладнання в металургійній промисловості значною мірою визначається технічним станом вальниць ковзання, що виконують функції опори й спрямування обертових елементів, зокрема валків. У зв'язку з екстремальними умовами експлуатації (високі радіальні навантаження, термічні напруження, нестабільні режими змащування), вальниці ковзання є вразливими до передчасного зношування, заклинювання, перегріву та інших видів пошкоджень. Згідно експериментальних досліджень 70% випадків несправності вальниць ковзання проявляються через відхилення температурних показників та зміну спектральної картини вібрацій. Раннє виявлення таких ознак дозволяє зменшити кількість аварійних зупинок обладнання на 35%.

Для забезпечення стабільної роботи прокатних станів доцільно використовувати сучасні методи технічної діагностики, які дозволяють виявляти дефекти вальниць на ранніх стадіях, запобігаючи аваріям і незапланованим зупинкам. Така діагностика може здійснюватися непрямими і прямими способами [1]. Серед непрямих способів найбільш перспективних і поширених для вальниць прокатного обладнання треба відмітити інфрачервону термографію – метод безконтактного контролю температурного поля корпусу підшипника, та спектральний аналіз вібрацій, який дозволяє визначити зростання вібраційних коливань. Найбільш актуальним і корисним серед прямих способів бачиться діагностика за контролем величини зносу, а саме за величиною робочого радіального зазору.

У даній роботі представлено всебічний аналіз сучасних методів діагностики вальниць ковзання, а також досліджено можливості їх застосування до вальниць ковзання прокатного обладнання. Запропоновано комплексний підхід до діагностики технічного стану вальниць у умовах металургійного виробництва, який передбачає використання як прямих, так і непрямих методів контролю.

Література:

1. Гайдамака А.В., Музикін Ю.Д., Бородін Д.Ю., Верба І.С., Кригін С.В., Іщенко О.В. Діагностика вальниць ковзання прокатного. Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Сер.: Машинознавство та САПР – Харків : НТУ "ХПІ", 2021. – № 2. – С. 22-28.

СУЧАСНИЙ МОДУЛЬНИЙ ТРАНСПОРТНИЙ ЗАСІБ

Клименко В.В., Пелипенко Є.С.,
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»

У сучасному світі все більше й більше зростає попит на швидко адаптовану техніку під різні завдання. Модульність є ключем до рішення проблеми кількості. На прикладі платформи, що базується на наступних модулях: Несучий каркас, передня рульова вилка з мотор-колесом/гусеничним мотор-колесом, дві задні гусениці, енергетичний блок акумуляторів та системі керування точно підкреслений цей підхід, замість моноблочного, а саме передня частина транспортного засобу виконує роль рульового, та привідного елементу (передня рульова вилка з мотор-колесом/гусеничним мотор-колесо), в свою чергу як задня частина – є рушійним елементом з безщітковими електродвигунами, і ланцюговими передачами. Три паралельно під'єднаних контролери Kunray потужністю в 2 кВ, та літій-іонна батарея Winston ємністю в 100 А·год є енергетичним модулем платформи.

Для реалізації такого модульного підходу для платформи, було враховано наступні технічні вимоги: максимальна швидкість по дорогах загального користування – 35 км/год, а також рух по бездоріжжю, льоду, снігу, та інших дорогах ускладненого просування; можливість буксирувати вантажі вагою до 350 кг; швидку заміну передньої частини з колісної на гусеничну та навпаки.

Дана платформа забезпечує:

1. Компактність і низька маса транспортного засобу досягається завдяки використанню інтегрованих вузлів натомість багатоступеневої коробки передач
2. Блок керування, що забезпечить платформу високою автоматизацією системи управління, контролюючи всі параметри силової установки та тягового електродвигуна
3. Збільшена прохідність платформи досягається завдяки тому, що система електроприводу забезпечує безперервний потік потужності із точним регулюванням крутного моменту на кожному рушії.

Завдяки контролеру,який створює магнітне поле та отримує зворотній зв'язок через ЕРС, тим самим дозволяючи чітко регулювати роботу електродвигунів, і в подальшому можливість встановити додаткові модуль, як от модуль з альтернативним джерелом енергії, наприклад з використанням водню, або ж – модуль з рекуперацією енергії при гальмуванні, чи пристрої для дистанційного моніторингу, і керування, в залежності від цілей використання платформи,і таким чином, роблячи платформу напівавтономним/повністю автономним транспортним засобом. Випливаючи з автономності, платформу можна буде з легкістю використовувати при обробці складних ділянок полів, при перевезенні вантажів в логістичних центрах, або ж використовувати її для сезонних робіт, на додачу, від перевезення вантажів, платформу також можна використовувати в екстремальних, навіть військових умовах, завдяки низькій масі, та відсутності шуму.

ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ ШИН НА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ КОЛІСНИХ ТРАКТОРІВ КЛАСИЧНОЇ КОМПОНОВКИ

Коваленко О.І.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Вибір шин для колісних тракторів класичної компоновки є одним із найважливіших етапів у процесі їх проектування та експлуатації. Від правильності цього вибору залежить не лише ефективність роботи трансмісії, а й тягові властивості, керованість та економічність трактора. Одним з основних параметрів, що впливає на роботу трактора, є індекс довжини окружності кочення шин передніх і задніх коліс (*RCI*).

Довжина окружності кочення шини безпосередньо залежить від її зовнішнього діаметра, що в свою чергу визначає площу контакту шини з ґрунтом. Для досягнення оптимальних характеристик тракторів класичної компоновки важливо, щоб індекс довжини кочення передніх і задніх шин був правильно погоджений. Це дозволяє досягти зменшення втрат потужності в трансмісії, підвищення керованості та забезпечення максимальної тягової потужності.

Для тракторів з класичною компоновкою важливо враховувати різницю в індексах довжини кочення передніх і задніх шин. При цьому зміна розміру задніх шин і відповідно їх індексу довжини кочення має значний вплив на загальну ефективність роботи техніки. За досвідом проектування тракторів класичної компоновки спостерігається поступове збільшення розміру передніх шин, що призводить до зменшення різниці в індексах довжини кочення передніх і задніх шин з 8,0 до 4,0-5,0. Це свідчить про те, що збільшення розміру передніх шин відносно задніх дозволяє зменшити непродуктивні втрати потужності, покращити маневреність та збільшити тягові характеристики.

Аналіз показав, що при зміні комплектів передніх/задніх шин в обов'язковому порядку має бути забезпечена необхідна різниця індексів кочення задніх та передніх шин. Це забезпечить не тільки найбільш ефективне використання техніки, а й суттєво покращить керованість та маневреність трактора на ґрунтах з низькою несучою здатністю. Окремо також можна виділити унеможливлення розвитку процесів циркуляції потужності в блокованому міжосьовому приводі. За досвідом світового тракторобудування за рахунок кінематики міжосьового приводу, різниці індексів кочення задніх та передніх шин забезпечується висока тягова ефективність шляхом автоматичного підключення переднього (додаткового) ведучого мосту з постійним забезпеченням невеликого забігання коліс переднього моста на величину1-3%.

В результаті такого підходу можна значно зменшити витрати пального та підвищити продуктивність роботи трактора, досягти кращих результатів у сільському господарстві та інших галузях, де застосовуються трактори.

АКТУАЛІЗАЦІЯ ВПРОВАДЖЕННЯ БЕЗСТУПІНЧАСТИХ ГІДРООБ'ЄМНО-МЕХАНІЧНИХ ТРАНСМІСІЙ НА ВАНТАЖНІ ТРАНСПОРТНІ ЗАСОБИ

Кожушко А.П., Бендюг К.О., Ворона В.А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Аналізуючи сучасні умови експлуатації вантажних автомобілів, звернемо увагу на те, що до них висуваються підвищенні вимоги щодо їх продуктивності, ефективності, надійності та екологічності силових установок. Зважаючи на постійне посилення норм екологічності для транспортних засобів, які спрямовані на зниження витрат палива та викидів шкідливих речовин, зростає доцільність пошуку нових технічних рішень або модернізація вже існуючих, що здатні задовольнити ці норми. Також при створенні нових конструкційних рішень необхідно враховувати оптимізаційний пошук між тяговими та динамічними характеристиками транспортних засобів. Таким чином, одним з перспективних напрямів розвитку трансмісійних установок транспортних засобів є впровадження безступінчастих двопотокових гідрооб'ємно-механічних трансмісій (ГОМТ) на вантажні автомобілі.

На відміну від традиційних механічних трансмісій, ГОМТ дозволяє забезпечити плавне регулювання швидкості руху без розриву потоку потужності, що особливо актуально для міських та спеціалізованих вантажних автомобілів, які працюють у змінних режимах руху. Особливості роботи ГОМТ також надають нові можливості для реалізації енергоефективних стратегій керування, зокрема впровадженню рекуперативних технологій відновлювання енергії. Також необхідно звернути увагу на підвищення надійності роботи ГОМТ у складі транспортних засобів. Адже відомо, що основними стримуючими факторами впровадження таких трансмісій є висока чутливість гідравлічних складових ГОМТ до дії зовнішніх факторів, які призводять до забруднення робочої рідини, зношування пар тертя, а також складність забезпечення стабільних режимів роботи при дії високих температур та пікових навантажень. Водночас, за умови проектування з використанням оптимізаційних підходів та дотримання експлуатаційних регламентів з обслуговування, гідравлічні компоненти, зокрема регульовані гідравлічні машини здатні демонструвати ресурс, який співмірний із класичними механічними елементами трансмісії. Таким чином, надійність ГОМТ стає не тільки технічним, а й комплексним інженерним завданням, яке потребує системного підходу.

Таким чином, широке впровадження ГОМТ у вантажні автомобілі стримується низкою конструктивних, енергетичних і економічних факторів, які потребують детального аналізу та оптимізації. Це зумовлює необхідність системного підходу до вивчення принципів режимів роботи, структурних схем, а також оцінки ефективності впровадження таких трансмісій на конкретних прикладах транспортних засобів.

РОЗВИТОК ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМ У СФЕРІ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

Колєснік І.В.
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

Розвиток логістичних систем у сфері автомобільного транспорту є ключовим фактором економічного зростання та інтеграції в Європі та Україні. У період 2022–2025 років спостерігаються значні зміни та інновації, які формують сучасний ландшафт логістики.

У Європі активно впроваджуються автономні вантажівки, що обіцяють революціонізувати вантажні перевезення. Компанії, такі як Aurora Innovation, планують використовувати безпілотні вантажівки для перевезень між містами, такими як Даллас і Х'юстон. Очікується, що ця технологія зменшить нестачу водіїв та підвищить ефективність перевезень.

У вересні 2024 року Німеччина запровадила нові стандарти безпеки для кріплення автомобілів на трейлерах, що спричинило значні витрати для транспортних компаній. Ці стандарти вимагають використання більш міцних ременів та блокувальних пристроїв для коліс, що підвищує витрати та ускладнює логістичні операції.

Українські компанії активно впроваджують цифрові технології для підвищення ефективності логістичних процесів. Зокрема, автоматизовані системи управління складами (WMS) та онлайн-сервіси для управління ланцюгами постачання набувають популярності, що дозволяє зменшити витрати та підвищити точність обробки замовлень.

Попри складні умови, 59% транспортних компаній України інвестували в розвиток бізнесу у 2024 році, а 67% планують подальші інвестиції у 2025 році. Основна увага приділяється модернізації інфраструктури, розширенню географічної присутності та підвищенню енергонезалежності.

Уряд України акцентує увагу на розвитку швидкої логістики в західному напрямку як важливого елементу інтеграції з ЄС. Планується створення та модернізація пунктів пропуску на кордоні з країнами ЄС, зокрема з Польщею та Румунією, для покращення прикордонної інфраструктури та спрощення митних процедур. Україна та ЄС продовжують співпрацю в напрямку інтеграції транспортних систем. Продовження бездозвільного режиму для українських перевізників до кінця 2025 року сприяє економічній інтеграції та полегшує експортно-імпортні операції.

Загалом, період 2022–2025 років характеризується активним впровадженням інновацій та модернізацією логістичних систем як в Європі, так і в Україні, що сприяє підвищенню ефективності, безпеки та екологічності автомобільних перевезень.

Література:

1. Ukraine and EU extend permit-free regime for freight, PM says. https://www.reuters.com/world/europe/ukraine-eu-extend-permit-free-regime-freight-pm-says-2024-06-20/?utm_source=chatgpt.com

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ АВТОНОМНОГО ТРАНСПОРТУ

Колєснік Ю.І.
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

Автономний транспорт є однією з найбільш перспективних галузей сучасної інженерії, що обіцяє революціонізувати способи пересування, підвищити безпеку на дорогах та сприяти екологічній стійкості. У цій статті розглянуто поточний стан розвитку автономного транспорту, ключові технологічні досягнення, виклики, що стоять перед галуззю, та перспективи на майбутнє.

Станом на 2025 рік, автономні транспортні засоби (АТЗ) активно тестуються та впроваджуються у різних країнах. Наприклад, у Китаї компанії Baidu та Pony.ai отримали дозволи на експлуатацію роботаксі без водіїв у Пекіні, що свідчить про довіру регуляторів до цих технологій. У Великобританії компанія Wayve розширює тестування своїх автономних систем у Каліфорнії, адаптуючи їх до місцевих умов руху.

Розвиток АТЗ значною мірою залежить від прогресу в галузі штучного інтелекту та сенсорних технологій. Сучасні АТЗ оснащені вдосконаленими лідарними та радарними системами, що забезпечують точне виявлення об'єктів та навігацію в складних умовах. Інтеграція технології 5G сприяє швидкому обміну даними між транспортними засобами та інфраструктурою, покращуючи координацію та безпеку на дорогах. Незважаючи на значні досягнення, існують суттєві перешкоди на шляху до масового впровадження АТЗ: відсутність єдиних стандартів та нормативно-правових актів ускладнює інтеграцію АТЗ у існуючі транспортні системи, попри технічні досягнення, багато споживачів залишаються скептичними щодо безпеки АТЗ, що впливає на темпи їх впровадження, існуюча дорожня інфраструктура потребує модернізації для підтримки функціонування АТЗ, включаючи впровадження «розумних» доріг та систем зв'язку.

Інтеграція АТЗ з громадським транспортом може сприяти створенню більш ефективних та доступних міських мобільних рішень. Крім того, автономні вантажні перевезення, включаючи підземні системи доставки, можуть революціонізувати логістику в містах, зменшуючи затори та викиди CO_2. Автономний транспорт має потенціал кардинально змінити ландшафт сучасної мобільності, підвищуючи безпеку, ефективність та екологічність перевезень. Однак для досягнення цих цілей необхідно подолати значні виклики, включаючи регуляторні, технічні та соціальні перешкоди. Співпраця між урядами, промисловістю та науковою спільнотою буде ключовою для успішного впровадження та прийняття автономного транспорту в суспільстві.

Література:

1. Beijing unveils plans to boost driverless vehicle use in capital. https://www.reuters.com/world/china/beijing-unveils-plans-boost-driverless-vehicle-use-capital-2024-12-31/?utm_source=chatgpt.com

2. Autonomous Vehicles: Advances and Challenges in 2024. https://www.appliedcleantech.com/autonomous-vehicles-advances-and-challenges-in-2024/?utm_source=chatgpt.com

МЕТОДИКА ПІДВИЩЕННЯ МАНЕВРЕНОСТІ ПОВНОПРИВІДНОГО ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ ШЛЯХОМ АДАПТАЦІЇ ПОЗДОВЖНЬОЇ БАЗИ З УРАХУВАННЯМ ЗЧІПНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ РУШІЇВ

Коробко А.І., Семенов І.В.
Харківській національний автомобільно-дорожній університет

Маневреність повнопривідних транспортних засобів із багатовісною колісною формулою, зокрема типу 8×8, є критично важливою характеристикою при їхньому використанні в умовах обмеженого простору, складного рельєфу чи недостатнього зчеплення з поверхнею. У даній роботі запропоновано методику підвищення маневреності таких машин за рахунок адаптивної зміни поздовжньої бази під час виконання маневрів, що реалізується шляхом одночасного підйому переднього та заднього ведучих мостів.

У результаті запропонованої модифікації радіус повороту транспортного засобу зменшується за рахунок скорочення ефективної бази з L до величини, що дорівнює відстані між центральними мостами. Це сприяє зменшенню мінімального радіуса повороту $R_{\min}$, який визначається кінематичними параметрами – кутом повороту керованих коліс та швидкістю руху. Зокрема, встановлено, що:

$$R_{omin}=L/tg\varphi_{max}, \quad (1)$$

де L – поздовжня база, $\varphi_{\max}$ – максимальний кут повороту керованих коліс.

Аналіз залежностей між швидкістю повороту, коефіцієнтом зчеплення й ефективною базою показує, що ефективність запропонованого рішення є максимальною за умов високого зчеплення рушіїв з опорною поверхнею. При зниженні коефіцієнта зчеплення ефект від зменшення бази зменшується, однак залишається значущим для забезпечення прийнятного рівня керованості.

Таким чином, методика адаптації поздовжньої бази транспортного засобу дозволяє підвищити його маневреність без погіршення стійкості та тягово-зчіпних властивостей, що є перспективним напрямом у проектуванні повнопривідної спеціалізованої техніки.

Література:

1. *Стеганцева Д.* «АвтоКрАЗ» створив для хліборобів унікальний зерновозний автопоїзд КрАЗ-6511С4 «Караван». Техніка і технології АПК. 2013. № 10 (49). С. 22-23.

2. *Занько Р.В., Крайник Л.В., Горбай О.З.* Основи конструктивного синтезу та динаміка спеціальних автомобілів і технологічних машин [монографія]. Львів: Вид-во Львівської політехніки. 2019. 256 с.

3. *Acuña, Marcelo Andrés, Gustavo Simão Rodrigues, Rafael Vitor Guerra Queiroz, and Elias Dias Rossi Lopes.* Modeling and dynamic analysis of a 6x6 heavy military truck by adaptive model predictive control with application to NATO lane change test course. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering 234, no. 13 (June 10, 2020): 3128–44.

4. *Hasagasioglu, S., Kilicaslan, K., Atabay, O. et al.* Vehicle dynamics analysis of a heavy-duty commercial vehicle by using multibody simulation methods. Int J Adv Manuf Technol 60, 2012. P. 825–839.

5. *Heisler H.* Advanced Vehicle Technology. 2nd Edition. Imprint: Butterworth-Heinemann. 2002. 656 c.

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ

Костюк С.Ю.
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

У сучасному світі автомобільний транспорт зазнає стрімких змін під впливом інноваційних технологій. Зокрема, значного розвитку набувають системи автономного керування, впровадження штучного інтелекту (ШІ) у транспортні системи, а також цифрова інфраструктура, яка взаємодіє з автомобілями в режимі реального часу. Ці технології не лише підвищують комфорт користування транспортом, але й суттєво впливають на безпеку дорожнього руху.

Автономне водіння – одна з найбільш обговорюваних тем у сфері автомобілебудування. Такі системи використовують комбінацію сенсорів, радарів, відеокамер та алгоритмів штучного інтелекту для прийняття рішень без участі водія. Уже сьогодні деякі моделі автомобілів здатні самостійно паркуватися, дотримуватися смуги руху, адаптувати швидкість до умов дорожнього трафіку. У майбутньому очікується поява повністю автономних автомобілів, що не потребуватимуть фізичної присутності людини за кермом.

Штучний інтелект відіграє ключову роль у розвитку «розумних» транспортних систем. Він забезпечує обробку великої кількості даних з різних джерел – від камер спостереження до систем дорожнього моніторингу. За допомогою ШІ можна передбачати затори, оптимізувати маршрути, уникати небезпечних ситуацій. У сфері логістики це дозволяє підвищити ефективність перевезень і знизити витрати.

Окремо варто зазначити **вплив інновацій на безпеку**. За статистикою, понад 90% аварій трапляються з вини людини: через неуважність, втому або порушення правил дорожнього руху. Автономні системи, позбавлені цих слабкостей, потенційно здатні зменшити кількість ДТП у кілька разів. Додатково, новітні технології, такі як автоматичне екстрене гальмування, контроль сліпих зон та попередження про вихід зі смуги руху, вже зараз рятують життя.

Усі ці зміни відкривають перспективу створення стійкої, безпечної та ефективної транспортної екосистеми. Водночас, впровадження інновацій вимагає не лише технічного прогресу, але й правового, етичного та соціального осмислення.

Література:

1. Malgorzata Kedzior-Laskowska. Technical and Technological Innovations and Quality in Road transport of Goods - Selected Aspects. September 2019, Transport Economics and Logistics.

2. Palatinus Zsolt and others. Passenger physiology in self-driving vehicles during unexpected events. December 2025, Scientific Reports.

DEVELOPMENT OF A REMOTE CONTROL SYSTEM FOR SWITCHING ON/OFF HYDRAULIC PUMPS IN THE CABIN AND EQUIPMENT HYDRAULIC CIRCUITS OF THE AMK-24/56-131 AERODROME MULTI-PURPOSE AIR CONDITIONING UNIT

Volodymyr Krasnokutskyi, Mykhailo Dolinskyi
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"

In modern conditions, particular attention is paid to improving the quality, reliability, and durability of airfield technical flight support equipment, including airfield multipurpose air conditioners. This task is complex and is included in the list of priority issues of significant state importance.

When replacing the cardan drive of the cabin circuit with a hydrostatic drive using a tandem section of the NSh100-100D-4 gear pump and the GMSh90-3 hydraulic motor, a tandem-type hydraulic pump with two sections is installed on the power take-off shaft of the gearbox. Their type is axial-piston (plunger) with an adjustable swash plate.

During the operation of the hydrostatic transmission (HST), the rotation of Section No. 1 and Section No. 2 of the tandem hydraulic pump is transmitted from the internal combustion engine of the ZIL-131N vehicle, and the working fluid (WF) is pumped to the hydraulic motors in the direction of the cabin and equipment circuits, depending on the required operating mode of the airfield multipurpose air conditioner (AMAC). Stepless adjustment of the pump's displacement and the direction of WF supply for hydraulic motor rotation is achieved using a follow-up principle regulator with mechanical feedback (FB) between the control device (servo valve) installed in the control unit located in the AMAC cabin and the hydraulic cylinder that directly acts on the pump's swash plate. The servo valve of the hydraulic distributor is actuated remotely by proportional solenoids, which simplifies the kinematic connections between the pump and the operator (replacing mechanical linkages with electrical wiring) and automates the operation of the HST.

Thus, we install pumps with 'constant pressure' regulators in the HST of the ABK's technological equipment, equipped with an automatic 'constant power' regulator, which ensures constant power at the pump shaft by redistributing hydraulic power parameters - flow and pressure. The signal for the corresponding change in hydraulic power components in the regulator is the external load on the HST's hydraulic actuator.

The automatic 'constant power' regulator is used in non-reversible axial-piston pumps with a swash plate design manufactured by the Vinnytsia Aggregate Plant (Vinnytsia), featuring a hydraulic flow limiter. In this system, displacement control is performed by the operator by generating pressure in the cavity within a range of 0.69 to 1.89 MPa using an external pressure-reducing valve.

METHODOLOGY FOR COMPUTER CALCULATION OF A MACHINE-TRACTOR UNIT BASED ON A TRACTOR SELF-PROPELLED CHASSIS

Volodymyr Krasnokutskyi, Oleksiy Kulish
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"

In general, the calculation methodology represents an optimization algorithm for the "tractor self-propelled chassis (TSC) - mounted implement" system with variable input parameters. In this form, the methodology is universal and is used to develop a computer calculation program. The program allows for the study of aggregates with any combination of such chassis, which are accounted for by changes in the weight distribution G_p and G_3, while their traction class is determined by the tire load capacity q.

The selection of input data and its entry into the computer is a critical part of the methodology, as it determines the program's sequence of operations and the quality of the obtained results. Therefore, the methodology includes typical dynamic loading schemes for TSC-based aggregates and a nomenclature of calculation data for each variant. The operator matches the calculation case to a typical aggregation scheme and assigns numerical values to the parameters listed in the nomenclature.

When selecting non-standard data, the following is considered:

a) The horizontal component of soil reaction R_x on the working tools has little effect on the redistribution of vertical loads and is thus treated as a program selection parameter ($R_x = 0$ or R_x 0) in the general case.

b) Determining the horizontal component R_x requires calculating the vertical component R_y, which is typically defined as a function of R_x.

c) The determination of R_x and R_y is performed only for aggregates with force or positional control of tillage depth. For all other aggregates, these values are specified in a generalized form.

d) The calculation formulas for the above-mentioned aggregates are valid under the digging effect of soil resistance. The digging action of soil reaction on the working tools is accounted for by assigning a negative sign to R_y in the input data.

e) The horizontal coordinate of the mounted implement's center of gravity is specified only during verification calculations of the aggregate.

Therefore, the proposed computer-based calculation method for a tractor-implement unit based on the self-propelled chassis is a universal algorithm for optimizing the "TSH – mounted implement" system, taking into account variable parameters. It allows modeling and analyzing various combinations of units by varying weight distribution and traction class. Particular attention is paid to the accurate input of initial data, which determines the precision and reliability of calculations. The method considers typical dynamic schemes and ensures the ability to account for different operating modes of soil-cultivation equipment depending on tillage depth and soil reactions. This approach enhances the efficiency of using the self-propelled chassis in agrotechnical operations.

THEORETICAL JUSTIFICATION OF THE SAFETY OF MANEUVERING OF FLOATING VEHICLES

Volodymyr Krasnokutskyi., Mykhailo Tishevskyi.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"

When analyzing the current realities of the use of amphibious technology, it is important to emphasize that maneuvering safety is one of the priority areas for ensuring the effective operation of this type of machinery in complex operational environments. Maneuvering should be understood as changes in direction and speed of movement due to the action of steering devices and propulsion systems under various hydrodynamic conditions–on calm water, in currents, when entering the water, going ashore, and mooring to vessels and berths.

Floating vehicles, or amphibious vehicles, are a unique type of equipment capable of moving both on land and on water. This versatility makes them indispensable in combat situations, rescue operations in remote areas, and various sectors of the civilian economy. With the onset of rf full-scale military aggression against Ukraine, the importance of mobility and reliability in military equipment has grown significantly. Under such conditions, amphibious vehicles allow for the rapid transfer of personnel, equipment, and cargo across water obstacles without the need to deploy additional engineering structures such as bridges or pontoon crossings. This significantly reduces the time required for troop maneuvers and minimizes the risk of personnel and equipment losses. It also preserves the element of surprise in both defensive and offensive military operations.

To ensure the correct and effective use of floating combat vehicles (in particular, the BTR-4E), theoretical modeling of kinematics and motion dynamics, analysis of hull stability on water, evaluation of motion resistance, braking characteristics, and vehicle response under variable loads is required. Comparing foreign models (AAV7, ZBD-2000) allows identification of promising directions for the modernization of domestic designs.

In the civil sphere, amphibious vehicles are used in low-accessibility environments: during rescue missions, in construction in wetlands, agriculture, forestry, tourism, and energy infrastructure. In all these cases, ensuring safe and predictable maneuvering is a critical factor for operational efficiency and reliability.

Thus, the problem of amphibious vehicle maneuvering safety requires a comprehensive scientific and technical approach, including numerical modeling, multifactor analysis, and design optimization. The implementation of such research necessitates interdisciplinary collaboration, the involvement of highly qualified specialists, and adequate funding. In conditions of limited resources and challenges brought about by martial law, the support and development of national scientific and engineering potential capable of creating high-tech domestic amphibious equipment is of particular relevance.

ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ НОРМУВАННЯ ВИТРАТИ ПАЛИВА НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ

Кривошапов С.І. [1], Назаров О.І[1] , Сергієнко М.Є.[2]

[1] Харківський національний автомобільно-дорожній університет,

[2] Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Енергія, яка потрібна для руху дорожньо-транспортного засобу з двигуном внутрішнього згоряння, береться з палива. Для управління діяльністю підприємства необхідно знати кількісне значення витрати палива, яке може суттєво відрізнятись від марки автомобіля та умов його експлуатації.

Аналіз методики нормування витрати палива на автомобільному транспорті [1] показують деякі недоліки та незручності використання. Перерахування нормативних значень [1] базової норми витрати пального не охоплюють усі марки та моделі автомобілів, що експлуатуються в Україні. Нормативні значення доцільно визначати розрахунковим шляхом за математичною моделлю [2], задаючи основні технічні параметри конкретного автомобіля. Відмінності умов експлуатації коригується коефіцієнтами [1], які лише приблизно відображають зміни реальної витрати палива. Незручність викликає необхідність ведення документації умов, за яких застосовувалося коригування витрат палива. Використання математичної моделі дозволяють враховувати більшість чинників, які впливають зміну витрати палива.

Реєстрація режимів руху та умов експлуатації через систему моніторингу дозволяють автоматизувати процес коригування фактичної витрати палива індивідуально для кожного транспортного засобу [3]. Обробка даних зміни швидкості дозволяє виявляти режим руху «примусового холостого ходу», гальмування, простою з увімкненим двигуном, руху заднім ходом та інші, де витрата палива суттєво відрізняється від встановленого руху.

Використання на автомобілях спеціалізованого обладнання потребують додаткової енергії, а отже, підвищеної витрати палива. Розробка математичної моделі взаємодії транспортного засобу із обладнанням дозволить визначити додаткову витрату палива без проведення експериментальних досліджень.

Висновки. Удосконалення конструкцій автомобілів підштовхує зміну нормативної бази нормування витрати палива. Перехід на детерміновані методи визначення експлуатаційних параметрів за спеціально розробленими математичними моделями дозволяють максимально враховувати конструкцію автомобіля, режими роботи та умови експлуатації.

Література:

1. Норми витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті. Нормативний документ, затверджений Міністерством інфраструктури України 07.10.2011. Київ: ДП «ДержавтотрансНДІпроект», 2012, 120 с.

2. *Krivoshapov S.* Calculation Method for Determining the Fuel Consumption of the Vehicle in the Operating Conditions. SAE Technical Paper 2020-01-2166б // SAE Powertrains, Fuels & Lubricants Meeting. – 2020.

3. *Krivoshapov S.* Development of a Piston Fuel Flow Meter Based on a Microcontroller and Its Use for Vehicle Diagnostics. SAE Technical Paper 2021-01-1150. // SAE Powertrains, Fuels & Lubricants Digital Summit. – 2021.

ЕЛЕКТРОМОБІЛІ. ЄВРОПЕЙСЬКИЙ ДОСВІД

Лемішко Д.С.

Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

У XXI столітті електромобілі (EV – electric vehicles) стали символом «зеленої» революції в транспортній галузі. Під тиском екологічних проблем, зокрема забруднення повітря та глобального потепління, все більше країн переходять до стратегії зменшення викидів вуглецю, в якій електромобілі відіграють ключову роль. У цьому контексті особливо важливо розглянути як перспективи розвитку електромобілів, так і ті виклики, які стоять перед суспільством та інфраструктурою. Перспективи розвитку електромобілів ґрунтуються на поєднанні екологічних, економічних і технологічних чинників. Електромобілі не мають викидів CO_2 під час експлуатації, а в довгостроковій перспективі здатні значно зменшити залежність від нафти. Батареї постійно вдосконалюються, зростає їхня енергоємність, зменшується час заряджання, а пробіг на одному заряді вже сьогодні часто перевищує 400 км.

Норвегія – абсолютний лідер: понад 80% нових авто, зареєстрованих у 2024 році, – електромобілі. Уряд забезпечив повне звільнення від податків, безкоштовний проїзд платними дорогами, парковку та зарядні станції.

Німеччина – найбільший ринок електромобілів у Європі. Держава активно субсидує купівлю EV (до €6 000 компенсації), а також інвестує у розширення зарядної інфраструктури.

Франція – пропонує фінансові стимули для утилізації старих автомобілів із ДВЗ, замінюючи їх на електричні, а також розвиває національну програму встановлення зарядних станцій у малих містах і сільській місцевості.

Водночас електромобілі стикаються з низкою викликів: недостатня інфраструктура зарядних станцій у деяких країнах, особливо в сільських регіонах. Висока вартість електромобілів, хоча вона поступово знижується. Проблеми утилізації батарей – це екологічний виклик майбутнього. Залежність від імпорту сировини для батарей (літій, кобальт), що створює геополітичні ризики. Навантаження на енергомережу в разі масового переходу на електротранспорт. Також варто враховувати соціальні аспекти – зміна робочих місць у сфері обслуговування авто з ДВЗ, потреба у перепідготовці кадрів, розвиток нових професій у сфері енергетики та високих технологій.

Отже, електромобілі є не лише засобом транспорту, а й каталізатором глибоких змін у суспільстві, економіці та екології. Перехід до електромобільності вимагає системного підходу, об'єднання зусиль держави, бізнесу та громадськості. Європейський досвід доводить, що при належній підтримці розвиток електромобілів – це не лише можливість, а й необхідність для сталого майбутнього.

Література:

1. Journey to Electric Vehicles: Motivations, Challenges, and Behavioral Insights. https://rare.org/opinions-insights/journey-to-electric-vehicles-motivations-challenges-and-behavioral-insights/?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwzYLABhD4ARIsALySuCR2qxe0Yo-4NiJEQvNmeYQI5X6blYJX8DM3b4oKp3cEPv9z1IxsAfQaAkixEALw_wcB

РОЗРОБКА І ДОСЛІДЖЕННЯ КРУТИЛЬНО-КОЛИВАЛЬНОЇ ЕКВІВАЛЕНТНОЇ СХЕМИ ПІДСИСТЕМИ КОЛІНЧАСТОГО ВАЛУ ТЯГОВОГО РУХОМОГО СКЛАДУ

Логвіненко О.А., Тіщенко В.С.

Український державний університет залізничного транспорту, м. Харків

В умовах повільного темпу оновлення рухомого складу (РС) залізниць України, локомотиви якого експлуатуються у наднормовий термін, актуальності набувають наукові дослідження, спрямовані на підтримку їх техніко-економічних показників на належному рівні. Це питання є особливо важливим для автономного РС, що обслуговує неелектрифіковані дільниці. У зв'язку з цим удосконалення конструктивних елементів тепловозів слід вважати актуальним напрямом досліджень.

До одного з найвідповідальніших вузлів механічної системи сучасного тепловоза слід віднести локомотивну енергетичну установку (ЛЕУ), яка в своєму складі містить підсистему колінчастого валу (ПКВ) в процесі експлуатації якої спостерігаються високі рівні навантажень, деформацій, зносів, а також вимушених коливань. Зазначене вище обумовлює необхідність в розрахункових дослідженнях поруч з описанням напружено-деформованого стану ПКВ також проведення гармонійного аналізу вимушених коливань з метою виявлення резонансних режимів роботи ЛЕУ. Метою вищезазначених досліджень є подальше усунення можливості наближення значень частот власних та вимушених коливань, яке негативно впливає на надійність та довговічність механічної системи в цілому. Одним з можливих напрямків вирішення поставленої задачі є настройка роботи механічної системи на нерезонансних режимах, що в свою чергу потребує дослідження на крутильні коливання елементів конструкції підсистеми колінчатого валу.

На рис. представлена розроблена крутильно-коливальна еквівалентна схема ПКВ ЛЕУ (рис.) для проведення досліджень на крутильні коливання. Аналіз даної схеми та отримані механічні характеристики її складових дозволяють проводити подальші дослідження, спрямовані на визначення особливостей формування частот власних коливань механічної системи ЛЕУ.

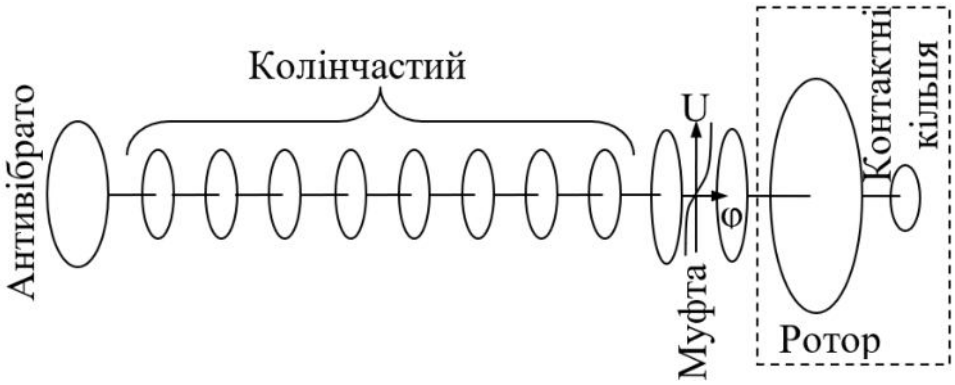


Рисунок – Еквівалентна схема підсистеми колінчатого валу локомотивної енергетичної установки

ШЛЯХИ ПОЛІПШЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ПЛАВНОСТІ ХОДУ КОЛІСНИХ ТРАКТОРІВ

Мамонтов А.Г.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Колісні трактори широко використовуються в сільському господарстві багатьох країн і тому повинні вчасно та якісно забезпечувати виконання основних сільськогосподарських операцій. У зв'язку з економічною ситуацією в Україні, сільськогосподарські підприємства не мають можливості експлуатувати й утримувати великий парк вузькоспеціалізованої техніки. Тому виникли тенденції, які обумовлюють універсалізацію машино-тракторного агрегату (МТА) та покладають на нього виконання транспортних операцій і можливість конкуренції з автомобільним транспортом.

Підвищення експлуатаційних властивостей МТА при виконанні транспортних операцій можливо шляхом поліпшення дорожніх умов, або шляхом розробки й створення нових конструкцій підвісок. Саме другий шлях є найбільш прийнятним, оскільки він вимагає набагато менших витрат часу й капіталовкладень.

Швидкість руху МТА по нерівних дорогах обмежується не наявною потужністю двигуна, а якістю підвіски. Таким чином, недостатня плавність ходу викликає швидке стомлення водіїв, змушує їх зменшувати швидкість руху. Це істотно знижує продуктивність роботи колісного трактора з напівпричепом, а також перешкоджає повній реалізації тягових можливостей.

Необхідність максимального підвищення плавності ходу МТА у зв'язку з ростом середніх експлуатаційних швидкостей, висуває питання про раціональну конструкцію підвіски в число найважливіших проблем сучасного тракторобудування України.

Сучасним перспективним напрямком поліпшення плавності ходу колісного трактора є застосування саме комбінованих систем підресорювання з нелінійними пружними та дисипативними характеристиками, та можливістю зміни їх параметрів залежно від режимів руху в процесі виконання сільськогосподарських операцій.

СИНТЕЗ ХАРАКТЕРИСТИК ВПОРСКУВАННЯ ДЛЯ ЦИФРОВОГО ДВІЙНИКА ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГУНА

Мінчев Д.С., Варбанець Р.А., Кучеренко Ю.М., Братченко П.В.
Одеський національний морський університет, м. Одеса

Застосування цифрових двійників двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) має широкі перспективи для багатьох задач протягом їх життєвого циклу.

Найбільш плідним є використання цифрових двійників для здійснення задач керування двигуном та діагностування його технічного стану. В Одеському національному морському університеті тривають роботи по створенню портативних діагностичних систем нового покоління, які орієнтовані на застосування при експлуатації суднових дизельних двигунів. В даних системах передбачається можливість застосування цифрового двійника двигуна, що діагностується, зокрема для отримання додаткової діагностичної інформації та визначення еталонного робочого процесу.

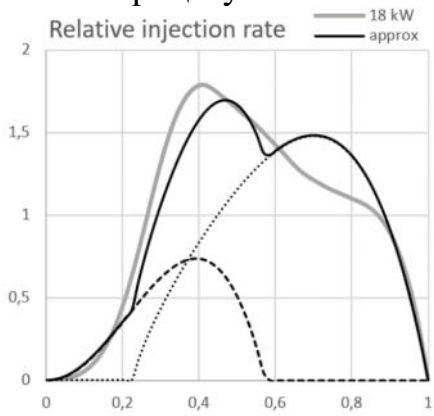


Рис. 1. Порівняння експериментальної (сіра лінія) та модельної характеристик впорскування, отриманих за модифікованим рівнянням Разлейцева.
(двигун 4ЧН 10,5/13, режим роботи 18 кВт при 1500 хв$^{-1}$).

На основі експериментальних даних, отриманих при випробуванні суднового дизель-генератора в лабораторії ОНМУ запропонована модифікація рівнянь Разлейцева для моделювання характеристик впорскування:

$$\frac{\mathrm{d}\sigma}{\mathrm{d}\overline{\varphi}} = \left[a \cdot \left(\overline{\varphi}^{m_1-1} - b \cdot \overline{\varphi}^{m_2-1}\right)\right]_{\overline{\varphi}=0}^{\overline{\varphi}=\Phi_{\mathrm{inj1}}} + c \cdot \left(\overline{\varphi}^{m_3-1} - \overline{\varphi}^{m_4-1}\right)_{\overline{\varphi}=\Phi_{\mathrm{inj2}}}^{\overline{\varphi}=1},$$

де Φ_{inj2} – відносна фаза початку застосування другої апроксимуючої функції.

При $\Phi_{inj2} = 0$ отримуємо оригінальні рівняння Разлейцева, при цьому обираючи певне значення Φ_{inj1} та Φ_{inj2} можна забезпечити задовільну апроксимацію початкової ділянки впорскування палива (приклад – на Рис. 1).

Література:

1. Minchev D. Digital twin test-bench performance for marine diesel engine applications / Minchev D., Varbanets R., O. Shumylo, V. Zalozh, N. Aleksandrovskaya, P. Bratchenko, Thanh Hai Truong // Polish Maritime Research – 2023. – Vol. 30. – №4 (120). – P. 81-91. doi: 10.2478/pomr-2023-0061.

2. Minchev D. Marine Diesel Engines Operating Cycle Simulation for Diagnostics Issues / D. Minchev, R. Varbanets, N. Aleksandrovskaya, L. Pisintsaly // Acta Polytechnica – 2021 – №3. С. 428-440. doi: 10.14311/AP.2021.61.0435.

3. М. Ф. Разлейцев. Моделювання і оптимізація процесу згоряння в дизелях. ¬– Х.: Вища школа. – 1980.– С. 169.

INFLUENCE OF MECHANISM GEOMETRY ON THE LOAD CAPACITY OF A VEHICLE'S GEAR TRANSMISSION

Mykola Mittsel
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

Adjustment by cutting tool offset is a very convenient and common means of improving the basic performance of gears. It does not require special tools, equipment and complex technological setup.

Gear adjustment can be height, angular and tangential. For bevel gears, the area of expedient application of height adjustment is expanded, and the area of application of angular adjustment, on the contrary, is very limited, since its application is associated with the need to change the given center-to-center angle. But tangential adjustment is convenient for bevel gears, which is not used for cylindrical gears, since it requires a special tool for them. Tangential adjustment of bevel gears does not require a special tool, since it is carried out by spreading the cutters that process the opposite sides of the teeth.

In practice, a combination of elevation and tangential adjustment is used for bevel gears. The former is used to equalize the specific slip of the gear teeth and wheels, thereby increasing the wear resistance, anti-seize resistance of the teeth, and the contact strength of the transmission, and the latter is used to equalize the strength of the teeth when the gear and wheel bend.

Adjustments are made to increase the bending strength of the teeth, contact strength, wear resistance and resistance to seizing of the teeth, fitting the transmission into the specified center distance, eliminating undercutting of the teeth (for wheels with a small number of teeth), and ensuring the possibility of repairing the gear transmission.

Increasing the strength of the teeth during bending during adjustment is achieved by giving the tooth a shape that is more favorable in terms of strength and the additional possibility of increasing the module with the same overall dimensions by reducing the number of teeth.

To increase bending strength, the optimal distribution of the total tool displacement coefficient between paired wheels in a gear train is such that the teeth of both wheels become equal in strength; to do this, the smaller wheel should be strengthened by adjustment at the expense of the larger one.

Angular adjustment allows you to increase the bending strength of the teeth of external gears if the maximum stresses in the tooth occur when loaded at the apex. However, this adjustment does not have a noticeable effect at maximum tooth tension from the load applied in the single-pair meshing zone, because the closer the tooth's stressed state is to shear, the less stress concentration affects its strength.

РОЗРОБКА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО ІНФОРМАЦІЙНОГО ДОРОЖНЬОГО ТАБЛО ЗМІННОЇ ІНФОРМАЦІЇ

Нестеренко С.І.
Національний аерокосмічний університет «Харківський авіаційний інститут», м. Харків

Невпинне зростання кількості транспортних засобів в Україні призводить до перевантаження транспортних мереж. Є декілька способів вирішення цієї проблеми: ‒дуже витратний ‒будівництво нових автомобільних доріг; недоліком є складність вписування в інфраструктуру населених пунктів; ‒ середньо витратний ‒ реконструкція існуючих автомобільних доріг; ‒ маловитратний застосування технічних засобів для організації дорожнього руху.

За останні роки найбільш просунутими є динамічні інформаційні табло і знаки змінної інформації. Установка цих технічних засобів дозволяє підвищити пропускну спроможність автомобільних доріг та безпеку руху.

Внаслідок постійного зростання вартості електроенергії в світі і в Україні бажано щоб інформаційні дорожні табло змінної інформації були енергоефективними.

Перше в Україні електронне інформаційне табло, що живиться від альтернативних джерел енергії, зокрема сонячних панелей, запрацювало на Черкащині, це пілотний проект.

Для подальшого просування цих технічних засобів пропонується проект енергоефективного інформаційного дорожнього табло змінної інформації на базі «Обертового інформаційного пристрою» [1].

На відміну від існуючих інформаційних табло змінної інформації екран цього проекту має механічну розгортку зображення.

Енергоефективність забезпечується встановленням на вежі разом табло вітрогенеруючої установки, яка при наявності вітру живить пристрій і накопичує електроенергію, тим самим здешевлює експлуатацію інформаційного табло.

Запропонування цієї проекту дає змогу: виробляти екрани більших площ і меншої ваги; проектувати фундаменти і вежі більш простої конструкції; будувати конструкцію пристрою з майже нульовою вітрильністю (стріли в неробочому стані автоматично складуються), що робить його більш безпечним на випадок падіння; забезпечувати енергоефективність завдяки вбудованому вітрогенератору; завдяки конструкції обертового пристрою реалізувати зображення з 3D та іншими ефектами, для рекламних цілей; освітлювати навколишнє середовище завдяки вмонтованим прожекторам; масштабувати пристрій до необхідних розмірів; дистанційно змінювати інформацію на екрані.

Література:

1. Обертовий інформаційний пристрій: пат. 85616 Україна: G09F9F 9/33, G09F9F 7/00, B60Q 1/50, G09F 15/00 /С.Є. Мозоль, С.І. Нестеренко, А.В. Ковтун, В.І. Дєнєжка. – № а 2007 04330; заявл. 19.04.2007; опубл. 10.02.2009, Бюл. № 3. – 4 с.

ЗАСТОСУВАННЯ IDEF0 МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАВДАНЬ УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ У ВІЙСЬКОВІЙ ТА ЦИВІЛЬНІЙ ГАЛУЗЯХ

Новічонок С.М., Кравчук О.Д., Леоненко О.М., Сокол О.М.
Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків

Організації всіх типів і розмірів, зокрема військові, стикаються з низкою ризиків, які можуть впливати на досягнення їхніх цілей. Діяльність з керування ризиками регламентується рядом керівних документів Міністерства оборони [1, 2] але з методичної точки зору в своєї основі вони мають відповідні загальнодержавні керівні документи [3] та міжнародні стандарти [4].

Вважається, що менеджери різних рівнів є достатньо досвідченими, щоб складати відповідні документи, обирати та застосовувати необхідні методи [2]. Одним з основних протиріч у застосуванні існуючих методів та методик є важкість підтримання необхідної компетенції персоналу, залученого до даної роботи, при наявності значних ознак щодо очікуваної суб'єктивності результатів їх застосування, через особливості більшості з методів [4].

Для зниження зазначеного протиріччя пропонується застосовувати методи структурного моделювання, що перевірені часом, зокрема моделювання в нотації IDEF0 [5] та DFD, доводячи докладність моделювання до рівня операцій. Поєднання існуючих методик [6], досвіду їх застосування до аналізу діяльності підприємства разом із застосуванням сучасних засобів побудови таких моделей (наприклад, RAMUS 2.0) дозволить поєднати системність та наочність аналізу діяльності з можливостями отримання бази знань щодо вирішення завдань управління ризиками. Це надасть можливість автоматизованої підтримки необхідного документального супроводження цієї діяльності. З іншого боку зазначені структурні схеми можуть бути використані як основа для побудови ймовірнісних моделей етапів діяльності [7].

Література:

1. Наказ міністра оборони України від 02.04.2019 №145. Про затвердження Порядку організації в системі Міністерства оборони України внутрішнього контролю та управління ризиками https://www.mil.gov.ua/content/pdf/vnytr_control/n145_020419.pdf

2. Організація внутрішнього контролю та управління ризиками. Методичний посібник . Затверджений головним інспектором Міністерства оборони, 2021, 272 с/ https://www.mil.gov.ua/content/pdf/vnytr_control/Dod2_TKP_8-00(199)01.02.pdf.

3. Про затвердження Основних засад здійснення внутрішнього контролю розпорядниками бюджетних коштів та внесення змін до постанови Кабінету Міністрів України від 28 вересня 2011 р. № 1001 : Постанова Кабінету Міністрів України від 12.12.2018 № 1062 // . URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/1062-2018-%D0%BF (дата звернення: 16.04.2025).

4. ДСТУ EN IEC 31010:2022 Управління ризиками. Методи оцінювання ризиків https://ua-s.org/katalog-normativnih-dokumentiv/search-by-result-parameters/44565?search=31010

5. FIPS PUB 183 Integration Definition For Function Modeling (IDEF0) https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/FIPS/fipspub183.pdf.

6. Structured analysis and design technique. Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Structured_analysis_and_design_technique.

7. Kusiak A., Larson N. System Reliability and Risk Assessment : A Quantitative Extension of IDEF Methodologies. In AAAI Technical Report SS-94-04. P. 88-93.

АНАЛІЗ ЗНАЧИМОСТІ ПОКАЗНИКІВ РУХОМОСТІ ОБ'ЄКТІВ ОБОРОННОЇ ТЕХНІКИ

Овчаренко Ю.Є.
Харківський національний автомобільно-дорожній університет, м. Харків

Сучасне розуміння рухомого об'єкта оборонної техніки (РООТ), як складної ерготехнічної системи "людина-машина-середовище" (ЕТСЛМС), ґрунтується на такому понятті, що "… система, яка складається із оптимальних систем, підсистем, елементів не є оптимальною". Тож, кожна з основних властивостей РООТ забезпечується відповідною сукупністю підсистем, які можна розглядати як самостійні системи [1].

Рухомість характеризується деякими показниками, що визначають здатність РООТ пересуватися по місцевості з найбільшою ефективністю для вирішення задач в спеціальних режимах (ВЗСР): швидкістю ходу, маневреністю, прохідністю, запасом ходу та транспортабельністю. Швидкість руху – здатність РООТ долати задані маршрути за можливо короткий час. Показниками швидкісних якостей РООТ є середня швидкість руху ($V_{\text{сер}} = {}^{S}/_{t}$), яка характеризує можливість машини пересуватися по середньопересіченій місцевості без зупинок в умовах ВЗСР. Запас ходу – здатність долати на одній заправці можливо найбільші відстані. Визначається по паливу ($L_{\text{ходу пальн}}$). Окрім $\left(V_{\text{сер}}\right)$ та ($L_{\text{ходу}}$) критеріями створення сприятливої ситуації виступають показники прохідності та маневреності. Маневреність – здатність змінювати середню швидкість руху за величиною та напрямком. Визначається прискореннями, прямолінійним або криволінійним рухом (ω). Прохідність – здатність рухатися по ґрунтах зі слабкою несучою поверхнею, долати природні та штучні перешкоди. Локальними показниками виступають питомий тиск на ґрунт; кути підйому та схилу, крену; вишина стінки, що долається; глибина рівчака; ширина броду тощо. Рухомість РООТ має чимале значення для ВЗСР. Важливою обстановкою для початкових умов ВЗСР є тактична рухомість, тобто рухомість частин і підрозділів в інтересах ВЗСР. Критеріями тактичної рухомості виступають середня швидкість руху, яка обчислюється з урахуванням не тільки часу на рух, а й часу на забезпечення руху

$$V_{\text{сер}}^{\text{ГББМ}} = {}^{S}/_{t_{\text{руху}} + t_{\text{заб.руху}}} = {}^{V_{\text{сер}}}/_{1 + (V_{\text{сер}} \times k_{\text{експл.}})} \qquad (1)$$

де $k_{\text{експл.}}$ – час (t), витрачений на забезпечення руху, що приходиться на одиницю пройденого шляху.

Представлена робота має практичне значення: дозволяє адаптувати моделі основних показників до реальних можливостей РООТ та проводити аналіз значимості показників рухомості в плані їх адаптації до структурно-функціональних підсистем РООТ.

Література:

1. "Про Стратегічний оборонний бюлетень України на період до 2020 року" / Рада національної безпеки і оборони України. – Офіц. вид. – К. : Парлам. вид-во, 2016. – 17 с. – (Рішення Ради національної безпеки і оборони України від 17.06.2016 р.). – 2016. – № 3. – С. 3–7.

ROAD ADVENTURE WITH AN AUTONOMOUS VEHICLE

Ostroverkh O.O.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"

This question is a real ethical and legal puzzle. There is no perfect universal answer yet - it all depends on the law, the circumstances of the accident and the level of autonomy of the car. But let's look at who might be at fault in a road traffic accident (traffic accident) involving an autonomous car.

1. The car owner. If an autonomous car is only an "assistant", and not a fully autonomous system (for example, a Tesla with autopilot, but without full autonomy), then the driver is responsible. Because he was supposed to control the situation. For example: a Tesla in autopilot mode crashes into another car. If it turns out that the driver did not keep his hands on the steering wheel, he is responsible [1].

2. Car or software manufacturer. If the cause was an algorithm error that could not have been predicted or corrected, the manufacturer may be liable. For example: A car incorrectly recognized a pedestrian due to a software error, then the manufacturer may be liable (as in the Uber case in 2018, where a woman died) [2].

3. Developers or operating company. In cases where the vehicle is operated by a fleet (e.g., an autonomous taxi), the operating company may be liable in the same way as the taxi fleet.

4. "Nobody" is force majeure. In complex cases, when neither party could prevent the accident, and the car acted according to the algorithm without violating the rules, fault may not be assigned.

Currently, there is no law in Ukraine regulating autonomous transport, but if a car is moving on autopilot, the responsibility still lies with the driver (Article 286 of the Criminal Code of Ukraine, Article 13 of the Law of Ukraine "On Road Traffic" [3, 4]). The excuse "the autopilot did it" does not yet absolve from guilt. The question remains open who the car should "save" to avoid a collision: the passenger, the pedestrian, the one who has a better chance of survival. This is similar to a philosophical problem – the "cart problem" – and no algorithm can solve it without public consensus. As a conclusion, it is necessary to determine responsibility – this is a complex issue that may include: the car owner; the manufacturer; the software developer; the operating company; sometimes – no one (in the case of force majeure).

Literature:

1. Site "tesla" [Electronic resource]. - Access mode: https://www.tesla.com/.
2. Site "BBS NEWS Ukraine" [Electronic resource]. - Access mode: https://www.bbc.com/ukrainian/news-43460201.
3. Site "Criminal Code of Ukraine" [Electronic resource]. - Access mode: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2341-14#Text.
4. Website of the "Verkhovna Rada of Ukraine" [Electronic resource]. - Access mode: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3353-12#Text.

ОСНОВНІ ПРИЧИНИ ДТП В УКРАЇНІ ЗА ОСТАННІ 10 РОКІВ

Островерх О.О., Аладьїн А.Ю.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

За останні 10 років в Україні основні причини дорожньо-транспортних пригод (ДТП) залишаються відносно стабільними, хоча рівень аварійності може змінюватися залежно від року, регіону, пори року та інших факторів. Нижче наведено основні причини ДТП, які найчастіше фіксувалися поліцією [1, 2]:

1. Перевищення безпечної або встановленої швидкості. Це одна з найбільш частих причин ДТП зі смертельними наслідками. Особливо небезпечне на трасах та в нічний час.

2. Порушення правил маневрування. Неправильні повороти, розвороти, зміна смуги руху без сигналів. Часто трапляється у містах, на багатосмугових дорогах.

3. Недотримання дистанції. Занадто близька відстань до автомобіля попереду. Часто призводить до "ланцюгових" аварій у заторах або в умовах ожеледиці.

4. Водіння у стані алкогольного або наркотичного сп'яніння. Причина великої кількості ДТП з важкими наслідками. Хоча штрафи посилено, ця проблема залишається актуальною.

5. Порушення правил проїзду перехресть. Ігнорування знаків, сигналів світлофора, переваги руху. Часто стає причиною бокових зіткнень.

6. Порушення правил пішоходами. Вихід на дорогу у недозволеному місці. Часто призводить до наїздів на пішоходів, особливо у темний час доби.

7. Незадовільний стан доріг. Ями, відсутність розмітки, неосвітлені ділянки. Особливо актуально у сільських районах та в зимовий період.

8. Технічна несправність транспортних засобів. Несправні гальма, фари, зношені шини. Особливо небезпечно для вантажного транспорту та автобусів.

9. Порушення правил обгону. Виїзд на зустрічну смугу без належної видимості або на заборонених ділянках.

10. Втома або неуважність водія. Засинання за кермом, відволікання на телефон, розмови тощо [3].

Ці дані свідчать про те, що основними факторами, які призводять до ДТП в Україні, є порушення правил дорожнього руху, зокрема перевищення швидкості, неправильне маневрування та недотримання дистанції.

Для зменшення кількості ДТП необхідно посилити контроль за дотриманням правил дорожнього руху, підвищити рівень освіти водіїв та впровадити ефективні заходи щодо запобігання порушенням.

Література:

1. Сайт «auto.bigmir.net/ua» [Електронний ресурс]. - Режим доступу: https://auto.bigmir.net/ua/practice/10027847-osnovni-prichini-dtp-v-ukrayini-scho-potribno-znati-vodiyam?utm_source=chatgpt.com.

2. Сайт «news.finance.ua» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://news.finance.ua/ua/osnovni-prychyny-dtp-z-avtomobilyamy-v-ukraini-za-ostanni-roky.

3. Сайт «auto.24tv.ua» [Електронний ресурс]. - Режим доступу: https://auto.24tv.ua/nazvani_naiposhyrenishi_prychyny_dtp_v_ukraini_statystyka_n55513.

ВПРОВАДЖЕННЯ АДИТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ВИРОБНИЦТВІ ДЕТАЛЕЙ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Павленко В.М. [1], Павленко В.М.[2]

[1] Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
[2]Національний аерокосмічний університет
«Харківський авіаційний інститут»

Сучасні виклики у транспортному машинобудуванні вимагають постійної модернізації виробничих процесів, зниження собівартості продукції та зменшення ваги конструктивних елементів без шкоди для їхньої міцності й надійності. В умовах жорсткої конкуренції та зростаючих вимог до екологічності транспорту зростає роль інноваційних методів виготовлення деталей. Одним із таких новітніх підходів є адитивне виробництво, або 3D-друк, який відкриває широкі горизонти в розробці та виготовленні транспортних систем.

Суть адитивних технологій полягає в поетапному додаванні матеріалу з метою створення об'єкта з тривимірною геометрією. Найбільш поширені методи – це FDM (технологія наплавлення), SLS (селективне лазерне спікання), SLA (стереолітографія) тощо. На відміну від традиційних методів, де матеріал зрізається, адитивне виробництво майже не створює відходів, що підвищує ефективність і зменшує негативний вплив на довкілля.

Уже сьогодні 3D-друк знаходить практичне застосування у виробництві транспортних засобів. Компанії з автомобільної, авіаційної та залізничної галузей активно використовують ці технології як для створення дослідних зразків, так і для виготовлення повноцінних деталей. Наприклад, друкуються корпуси електронних пристроїв, вентиляційні елементи, кріплення, частини паливної системи та навіть елементи двигуна.

Серед основних переваг адитивного виробництва варто виділити можливість виготовлення складних за формою об'єктів, а також зменшення маси деталей завдяки внутрішній структурній оптимізації. Це особливо актуально для транспорту, де зменшення ваги сприяє економії пального та зниженню рівня шкідливих викидів. Крім того, ці технології дозволяють значно пришвидшити розробку нових компонентів і скоротити час на їхнє тестування.

Втім, попри значні перспективи, впровадження 3D-друку в транспортне машинобудування супроводжується певними труднощами. Серед них – обмежена кількість матеріалів, що відповідають вимогам експлуатаційної надійності, висока вартість обладнання, а також потреба у відповідності до стандартів та сертифікаційних норм. Проте з розвитком технологій і появою нових матеріалів ці бар'єри поступово долаються.

У майбутньому адитивне виробництво здатне кардинально змінити уявлення про виготовлення транспортних засобів. Воно дозволяє розширити можливості персоналізації продукції, створення легких і міцних компонентів та децентралізації виробничих процесів. Саме тому подальші дослідження в цій галузі є важливими для посилення позицій транспортного машинобудування на міжнародному ринку.

РАЦІОНАЛІЗАЦІЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ РОЗМІРІВ ВЕРТИКАЛЬНОЇ СТІЙКИ КУЗОВА ВАГОНА-ХОПЕРА

[1,2]**Павлюченков М.В.**
[1]**Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова**
[2]**Сумський національний аграрний університет**

Транспортна галузь здавна була основним двигуном економічного розвитку. Одним із найпоширеніших видів вантажів, що перевозяться залізницею, є зернові продукти, які транспортуються у вагонах-хоперах. Зниження маси вагонів-хоперів може бути досягнуто через оптимізацію конструкції їхніх кузовів, не погіршуючи при цьому експлуатаційної міцності та надійності.

Для каркаса обв'язки кузова вагону-хопера застосовують вертикальні стійки, виконані у вигляді Т-подібних балок з рівномірною стійкістю до згину. Для вертикальної стійки виконується оптимізація геометричних розмірів її складових з метою зниження матеріалоємності. Процес передбачає створення математичних моделей за допомогою сучасних методів математичного планування експерименту. Для оптимізації t_1 та t_2 доцільно використовувати графічний метод. Використовуючи отримані апроксимації розраховано значення функцій на сітці 100x100 побудовано ізолінії для кожної з цих функцій (рис).

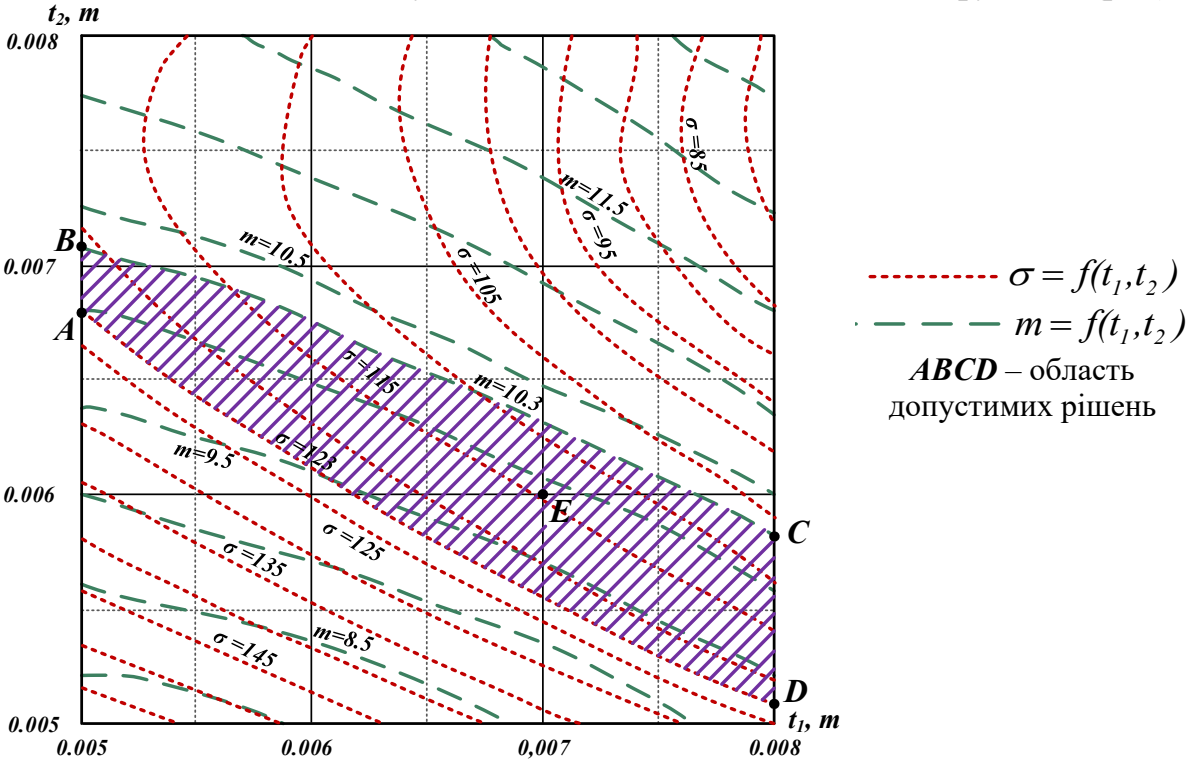


Рисунок – Графічний метод визначення оптимальних розмірів t_1 і t_2

Вага конструкції вертикальної стійки кузову вагона-хопера з урахуванням оптимальних параметрів $t_1 = 0.007$ *м*, $t_2 = 0.006$ *м*, $a = 0.021$ *м* досягає маси $m = 9.86$ *кг*, що поступається існуючому варіанту на *4.3 %*.

ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF DUAL-CLUTCH TRANSMISSIONS

Yevhen Pelypenko, Dmytro Myroshnyk,
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"

Dual-clutch transmissions (DCT) are becoming increasingly popular in modern vehicles due to their efficiency and dynamic performance. They combine the advantages of both manual and automatic transmissions, allowing for high efficiency without significant compromises in comfort or drivability.

Advantages of dual-clutch transmissions:

1. *Gear shift speed.* One of the main advantages of DCTs is their very fast and smooth gear shifts, which occur without power loss. Gear changes happen without pauses, significantly enhancing the vehicle's dynamic performance, especially during rapid acceleration.

2. *Fuel efficiency.* Thanks to the high precision of gear shifting, dual-clutch transmissions help maintain optimal engine speed across a wide range, positively affecting fuel consumption. This makes the vehicle more economical compared to traditional automatic transmissions.

3. *Improved dynamics.* DCTs provide better acceleration performance, making driving more enjoyable and exciting, particularly in sports cars. The smoothness and immediacy of gear changes improve vehicle control.

Disadvantages of dual-clutch transmissions:

1. *Complex design and high maintenance costs.* DCTs have a complex structure that includes two clutches, increasing both production and repair costs. In case of failure, repairs may be significantly more expensive compared to traditional automatics or manual transmissions.

2. *Driver adaptation period.* For some drivers, operating a vehicle with a DCT may feel unusual, especially at low speeds. Minor delays in gear shifting may cause discomfort, particularly when turning or driving in urban traffic. This is especially noticeable in stop-and-go traffic where smooth crawling can be challenging for some DCT systems. Drivers often need time to get used to the different feel compared to conventional automatics.

3. *Overheating under high loads.* During aggressive driving or in high-temperature conditions, dual-clutch transmissions may overheat. This can lead to reduced efficiency or even failure, especially if operational guidelines are not followed.

Dual-clutch transmissions offer many advantages, such as high shifting speed and fuel efficiency. However, they also come with drawbacks, including high repair costs and some inconveniences in urban use. Choosing this type of transmission depends on performance expectations, maintenance costs, and driving style.

ADVANTAGES OF USING HYBRID CARS IN EVERYDAY LIFE FROM A TECHNICAL VIEWPOINT

Yevhen Pelypenko, Oleksii Hrytsenko,
National Technical University
«Kharkiv Polytechnic Institute»

With the development of the transport industry, the demand for cost-effective and environmentally friendly solutions is growing. One of these solutions is hybrid cars, which are already being actively used by millions of people in everyday life. Such cars combine an internal combustion engine (ICE) with an electrical system (electric motor and battery/starter generator). From a technical point of view, the use of such vehicles in everyday life has a number of significant advantages, such as:

The first is – *the efficient use of fuel*. Hybrid systems can significantly reduce fuel consumption through the use of regenerative braking, in which the kinetic energy generated during the braking process is converted into electrical energy and stored in an electric battery (in the case of hybrid systems with an electric battery). In urban environments, this is particularly effective, as frequent deceleration and acceleration contribute to the active use of electric traction.

The second is – *the increased reliability of components*. Due to the reduced load on the internal combustion engine (part of the traction work is performed by the electric motor), wear and tear on the mechanical elements of the engine, transmission and brake system is reduced. This leads to a longer service life of the components and a reduction in the frequency of maintenance.

The third is – *a high level of automation*. Modern hybrid powertrains are controlled by electronic control units that automatically optimise the performance of both engines depending on the load, driving style and road conditions. This increases operating comfort and reduces the requirements for energy-efficient driving.

The fourth is – *low noise and vibration levels*. The electric motors are quiet and have a smooth running, which ensures comfort in everyday use, especially in urban environments.

The flexibility of the power unit should be highlighted separately. In low-load modes, such as when driving in traffic jams or in residential areas, the car can operate on electric traction alone, with zero emissions and minimal energy consumption. When more power is needed, the internal combustion engine automatically switches on, creating an effective symbiosis.

Thus, hybrid cars are technically a favourable option for daily use. They combine energy efficiency, reduced wear and tear on major systems, a high level of automation, and operational comfort. In the future, further improvements in battery technology and control systems will facilitate even wider adoption of hybrid solutions in the transport sector.

In addition, their adaptability to different climates and road conditions makes them suitable for a wide range of users. As engineering innovations progress, hybrid vehicles will continue to play a key role in sustainable mobility.

Hybrid cars also contribute to the reduction of urban air pollution and greenhouse gas emissions.

THE ROLE OF MODERN COMPUTER-AIDED DESIGN IN AUTOMOTIVE TRANSPORT

Yevhen Pelypenko, Serhii Selevych
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute»

In today's context of rapid development in the automotive industry, there is active digitalization on each stage of vehicle design, production, and operation. The widespread implementation of Computer-Aided Design (CAD) systems is becoming increasingly relevant, as they are a key component of the digital engineering environment. These systems play a vital role not only in the creation of drawings or 3D models but also in the comprehensive analysis, optimization, and improvement of automotive designs.

CAD systems enable effective integration of various stages in a vehicle's life cycle from conceptual sketching to the product release. They significantly reduce development time, minimize design-stage errors, optimize material usage, and improve the quality of technical documentation. Moreover, the use of digital tools greatly enhances the accuracy of calculations, promotes process standardization, and facilitates further technical modernization.

Today, leading software products such as SolidWorks, AutoCAD, Siemens NX, CATIA, Creo (PTC), and others are actively used in the automotive industry. Each of these systems has its own specialization: some focus on parametric 3D modelling, while others are tailored for complex engineering analyses, including aerodynamics, heat transfer, and vibration loads. CAD tools make it possible to create digital models of components and assemblies, conduct strength, flexibility, and load-resistance tests even before producing a physical prototype, thereby allowing potential problems to be identified and resolved early in the development process.

Another critical component of the modern engineering environment is the integration of CAD with other systems: CAM (Computer-Aided Manufacturing), CAE (Computer-Aided Engineering), and PLM (Product Lifecycle Management), creating a unified digital design space.

Special attention should be given to the use of cloud technologies, which enable engineers from different geographic locations to work on the same project simultaneously in real time. This significantly improves team efficiency, ensures seamless communication, and accelerates decision-making. Thanks to such capabilities, companies can respond faster to market needs, reducing the time to develop new models and increasing their competitiveness.

Thus, the implementation of modern computer-aided design systems in the automotive transport sector not only automates and optimizes engineering processes but also acts as a catalyst for innovation, contributing to the creation of next-generation high-tech, energy-efficient, reliable, and safe vehicles.

In the future, the role of CAD will only grow, as digital transformation becomes the basis for the sustainable development of the automotive industry.

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОБРОБІТКУ ҐРУНТІВ УКРАЇНИ ШЛЯХОМ РАЦІОНАЛЬНОГО ПІДБОРУ КОЛІСНИХ РУШІЇВ В УМОВАХ СУЧАСНИХ РЕАЛІЙ

Петренко О.Г.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Аграрний сектор України за останні десятиріччя зазнав серйозних втрат. Починаючи з лютого 2014 року, було окуповано близько 18% території держави, що становить понад 19% орних земель (приблизно 5 млн га). Додатково, внаслідок військових дій, значна частина сільськогосподарських угідь зазнала руйнувань, замінування та забруднення, що унеможливлює їх використання за призначенням. Ці фактори створюють серйозний виклик для України як провідного виробника та експортера зернових і олійних культур на світовому ринку.

Зважаючи на ситуацію, вітчизняні аграрії здійснюють комплексні заходи з оптимізації логістики та модернізації технічного парку, що дозволяє підвищити ефективність обробітку ґрунту, зменшити витрати пального, покращити якість і швидкість виконання агротехнічних операцій. У цьому контексті особливої уваги потребує питання впливу колісних рушіїв на ґрунтовий покрив, оскільки вибір шин суттєво впливає на продуктивність тракторів та агроекологічний стан орних земель.

Дослідження показують, що раціональний вибір шин дозволяє підвищити ефективність роботи тракторів на 11–14% за загальними показниками, а за окремими параметрами – на 15–26%. Однак надмірне ущільнення ґрунту внаслідок використання неефективних ходових систем призводить до його деградації, що негативно позначається на врожайності та якості сільськогосподарської продукції. Таким чином, правильний підбір шин може зменшити максимальний тиск на ґрунт та розширити площу експлуатації тракторів без порушення агроекологічних норм у кілька разів.

У зв'язку з цим особливо актуальним є створення науково обґрунтованої методики вибору типорозмірів шин для колісних тракторів, яка враховуватиме параметри навантаження, тип ґрунту, умови експлуатації, а також екологічні норми. Такий підхід дозволить забезпечити не лише високу продуктивність сільськогосподарської техніки, а й сприятиме ефективному використанню земельного потенціалу країни.

Література:

1. Ребров О.Ю. Аналіз ефективності здвоювання тракторних шин / О.Ю. Ребров // Вчені записки ТНУ ім. В.І. Вернадського. Сер. Технічні науки. – 2019. – Т. 30 (69), ч. 2, № 5. – С. 18–22.

2. Ребров О.Ю. Аналіз максимального тиску на ґрунт тракторних сільськогосподарських шин при їх заповненні рідиною / О.Ю. Ребров // Вісник Харків. нац. техн. ун-ту сіл. госп-ва ім. Петра Василенка. – 2019. – Вип. 205. – С. 146–158.

3. Ребров О.Ю. Розподіл допустимого тиску на ґрунт ходових систем колісних тракторів за територією України / О. Ю. Ребров // Вісник нац. техн. ун-ту «ХПІ». Серія: Математичне моделювання в техніці та технологіях, № 27 (1303) 2018.

ТЕХНОЛОГІЯ ГНУТТЯ ТРУБ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ АВТОМОБІЛЕБУВАННЯ

Полісан І.О., Губський С.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Гнуття труб – процес, що широко використовується в автомобілебудуванні, суднобудуванні, будівництві та інших галузях промисловості. Для цього процесу доступні різні методи, під час яких виникають різні проблеми та дефекти.

Для отримання потрібного результату з першої спроби на підприємстві виконують 150 експериментів, дані з яких заносять до нейронної мережі.

Сім різних сучасних алгоритмів нейронних мереж або штучного інтелекту (далі ШІ) – логістична регресія, дерево рішень, k-найближчий сусід, random forest, Naïve Bayes, Support vector machine and eXtreme gradient boosting (XGBoost) – реалізовані з використанням бібліотеки Python Scikit-Learn [1].

Очікується, що запропонований метод ШІ заощадить витрати за рахунок скорочення відходів матеріалів та робочого часу, а також підвищить ефективність процесу та якість продукції.

Згинання труб є нелінійним і складним процесом, під впливом безлічі параметрів. Якщо технологічні параметри вибрано невірно, легко виникають дефекти якості, такі як тріщини, викривлення поперечного перерізу, складки та пружна віддача. На основі механізму згинання труб були проведені дослідження з згинання труб без сердечника та проаналізовано вплив параметрів процесу на якість формування труб [2]. Розроблено інтелектуальну систему управління гнучкою труб, і на основі бази даних параметрів процесу як зразок нейронної мережі встановлено нелінійний картографічний зв'язок між параметрами процесу та якістю формування, а також завершено інтелектуальне управління гнучкою труб.

Пружинне зворотне зусилля, що виникає при процесі гнуття труби, впливає на кут вигину при згинанні труби, є найбільш значущим фактором. Для визначення впливу кута пружинного зворотного зусилля на три типи матеріала труб, а саме мідь, конструкційна сталь та нержавіюча сталь [3]. При різних кутах вигину труби досліджується ефект пружного зворотного зусилля. Програмне забезпечення ANSYS використовується щодо чисельного аналізу з метою оцінки значень кута пружинного зворотного зусилля. Статистичне програмне забезпечення Minitab використовується для DOE з використанням методу оптимізації Тагучі.

Література:

1. *Volkan Görüş, M. Mustafa Bahşı, Mehmet Çevik*. Machine learning for the prediction of problems in steel tube bending process. Received 28 August 2022, Revised 13 February 2024, Accepted 5 May 2024, Available online 16 May 2024, Version of Record 16 May 2024.

2. *Bernard J. Jansen, Qingyuan Zhou, Jun Ye.* Research on Intelligent Control of Tube Bender.31 May 2024.

3. *Pravin Hujare, Umesh Chavan, Deepak Hujare, Abhishek Sakat & Sanket Ghodake.* Analysis of Spring Back Error in Pipe Bending. 31 July 2024.

ОПТИМІЗАЦІЯ ЗУБЧАСТИХ ПЕРЕДАЧ ІЗ HCR ЗАЧЕПЛЕННЯМ В ОДНОСТУПЕНЕВИХ ПРИВОДАХ БУДІВЕЛЬНИХ МАШИН ІЗ ВЕЛИКИМ ПЕРЕДАВАЛЬНИМ ВІДНОШЕННЯМ

Протасов Р. В.[1], Мілесіх Т.[1], Данко Я.[1], Хрібік А.[1], Устиненко О.В.[2], Черельов С.В.[2], Бондаренко О.В.[2]

[1] Словацький технічний університет у Братиславі

[2] Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

Підвищення ефективності одноступеневих приводів будівельних машин з великим передавальним відношенням є актуальним інженерним завданням, що вимагає пошуку нових конструктивних nf технологічних рішень. Це дослідження спрямоване на оптимізацію подібних зубчастих передач із високим коефіцієнтом перекриття (HCR) у контексті їхнього застосування у важконавантажених приводах будівельної техніки.

HCR зачеплення являє собою модифікацію евольвентного зачеплення з коефіцієнтом перекриття більше ніж 2,0, що досягається завдяки спеціальній корекції профілю зубця, збільшенню висоти головки та ніжки зубця. Також перевагою даного зачеплення в рамках виконання інженерних робіт є можливість комплексного розрахунку та аналізу зубчастих передач у системі KISSsoft.

Розроблено математичну модель зубчастого зачеплення, що враховує особливості роботи одноступеневих приводів будівельних машин: високі обертальні моменти та часті пуско-гальмівні режими. Моделювання в системі KISSsoft дало змогу виявити оптимальні параметри профільної модифікації зубців, що забезпечують коефіцієнт перекриття 2,05-2,25 за реальних виробничих допусків.

Основний недолік HCR зачеплення – підвищену швидкість ковзання в зоні контакту, пропонується вирішувати за допомогою застосування низькотемпературних PVD-покриттів типу DLC (Diamond-Like Carbon) і CrN, які наносяться при температурі 200-400°C.

Аналіз розрахунків показав, що використання HCR зачеплення в одноступінчастих приводах із великим передавальним відношенням (понад 20) дає змогу підвищити навантажувальну здатність на 15-30% порівняно зі стандартним евольвентним зачепленням при збереженні маси та розмірів механічного приводу.

Результати дослідження можуть бути використані під час проєктування редукторів будівельних машин, для яких критичним є поєднання компактності та надійності в умовах змінних навантажень.

ПЕРСПЕКТИВИ МОДЕРНІЗАЦІЇ СИСТЕМ ПРИВОДУ ЕКСКАВАТОРНИХ БУРОВИХ УСТАНОВОК

Протасов Р.В.[1], Корендій В.М.[2], Гелетій В.М.[2], Сліпчук А.М.[2], Бондаренко О.В.[3], Устиненко О.В.[3]

[1] Словацький технічний університет у Братиславі

[2] Національний університет "Львівська політехніка"

[3] Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

Дослідження присвячене аналізу та оцінці ефективності застосування нових систем приводів бурових систем, що монтуються на маніпуляторі. Розглянута бурова система являє собою обладнання, здатне формувати свердловини глибиною до 2-3 метрів і діаметром 500-700 мм.

Застосування віброгенератора може підвищити ефективність бурової, зменшивши витрати енергії та часу на буріння. Традиційно віброгенератори використовують під час буріння твердих порід ґрунтів і скельних порід, проте нині вони знаходять застосування і для роботи в щільних глинистих і піщаних ґрунтах, а також за наявності включень дрібного та середнього гравію.

Наявні конструкції бурових установок використовують переважно гідростатичний привід як для обертання бура, так і для генерації вібраційних коливань. Цей тип приводу досить простий і надійний, проте його ККД залишається на невисокому рівні. Сучасні електромотори зі схожими характеристиками можуть бути дорожчими, проте при тривалих роботах виправдовують себе високим ККД. Важливою перевагою електроприводу також є можливість більш точного керування режимами роботи всієї бурової системи, що дає змогу адаптувати параметри буріння до конкретних умов ґрунту.

Для приводу бура зазвичай використовується планетарна зубчаста передача. Сучасні електромотори можуть працювати в широкому діапазоні частот обертання, тож застосовуючи планетарний редуктор з HCR зачепленням, оптимізованим у системі KISSsoft, можна значно зменшити розміри та ціну електромотора. Віброгенератор працює на обертах 3000 об/хв, отже, у цьому разі буде раціонально застосувати прискорювальну планетарну передачу.

Результати дослідження можуть знайти застосування під час проєктування та модернізації навісного бурового обладнання, яке використовуються для тривалої роботи, коли витрати енергії та часу можуть мати визначальне значення.

ОЦІНКА ПЕРСПЕКТИВ ВИКОРИСТАННЯ ЕКОНОМІЧНИХ АДИТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ЗУБЧАСТИХ ПЕРЕДАЧАХ З HCR ЗАЧЕПЛЕННЯМ БУДІВЕЛЬНИХ МАШИН

Протасов Р.В.[1], Магдолен Л.[1], Надь М.[1],
Корендій В.М.[2], Бондаренко О.В.[3], Устиненко О.В.[3]
[1] Словацький технічний університет у Братиславі
[2] Національний університет "Львівська політехніка"
[3] Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

Зубчасті передачі будівельних машин експлуатуються в умовах інтенсивного абразивного зносу, неповного змащування та значних навантажень, що вимагає підвищеної зносостійкості робочих поверхонь зубів. Традиційні методи зміцнення великогабаритних зубчастих коліс (з радіусом приблизно 1 м) пов'язані з технологічними складнощами і високими виробничими витратами. У роботі розглядаються декілька адитивних технологій як економічної альтернативи традиційним методам підвищення зносостійкості зубчастих передач будівельних та дорожніх машин.

Порівняльний аналіз показав, що найбільш перспективними для великогабаритних зубчастих коліс є технології холодного газодинамічного напилення (Cold Spray) та прямого лазерного вирощування (Direct Energy Deposition). Ці методи дають змогу формувати функціональні покриття та структури безпосередньо на поверхні зубців, забезпечуючи локальне зміцнення зон контакту.

Аналіз наявних досліджень засвідчив, що отримані методом холодного напилення шари з порошкових композицій на основі нікелю і кобальту з додаванням карбідів вольфраму досягають твердості до 60-65 HRC та мають високу стійкість до абразивного зношування в умовах обмеженого змащення. У свою чергу при прямому лазерному вирощуванні матеріали типу Х12МФ створюють локальні зміцнені зони з градієнтною структурою, що забезпечує плавний перехід механічних властивостей від основи до робочої поверхні.

Комп'ютерна модель зубчастих коліс була розрахована та створена в системі KISSsoft, після чого адитивні шари були додані в системі ANSYS для симуляції контактної взаємодії зубців з метою оцінки оптимальних параметрів шару.

Запропоновані підходи є ефективним рішенням для підвищення зносостійкості зубчастих передач та можуть бути адаптовані для різних типів будівельних машин.

АНАЛІЗ ЗАСТОСУВАННЯ КОМПОЗИТНИХ ЗУБЧАСТИХ ПЕРЕДАЧ У РЕДУКТОРАХ ЕЛЕКТРИЧНИХ ВЕЛОСИПЕДІВ

Протасов Р.В.[1], Строган О.І.[2], Свідрак І.Г.[2], Дзюбик Л.В.[2], Шевчук А.О.[2], Бондаренко О.В.[3], Устиненко О.В.[3]

[1] Словацький технічний університет у Братиславі

[2] Національний університет "Львівська політехніка"

[3] Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

Сучасний ринок електричних велосипедів демонструє стійке зростання, що стимулює розробку більш ефективних компонентів трансмісії. Планетарні редуктори, що широко застосовуються в електровелосипедах, зазвичай використовують пластикові зубчасті колеса для зниження ваги та вартості, проте їхня довговічність обмежена через недостатній захист від абразивного та адгезивного зносу. Це дослідження розглядає перспективи застосування композитних зубчастих передач, що поєднують основу з легких матеріалів зі зносостійким зовнішнім шаром за умови використання зачеплень HCR, згенерованих у системі KISSsoft, або з випукло-увігнутим контактом, отриманих за набором точок у CAD-системі Autodesk Inventor.

Попередній аналіз показав, що застосування алюмінієвих сплавів в якості основи зубчастих коліс, дає змогу істотно зменшити вагу конструкції при збереженні достатньої міцності. Перспективними можуть бути сплави A356 або 5083-H116, які під час лиття забезпечують формування радіусів величиною до 0,5 мм, що є критичним для точного профілювання зубців.

Для підвищення зносостійкості зубців пропонується застосувати конструкцію з тонкою металевою стрічкою (0,3-0,8 мм), яку закріплюють на їхніх контактуючих поверхнях. Найбільш придатними матеріалами для стрічки є сталь AISI301 або бронза CuSn8, що забезпечують поєднання високої зносостійкості з технологічністю формування при мінімальному радіусі вигину близько 1 мм. Використання бронзи особливо доцільне при вимогах низького рівня шуму та роботі без змащення.

Для забезпечення надійного з'єднання компонентів пропонується методика комбінованого кріплення, що включає механічну фіксацію стрічки в зоні западин між зубцями та склеювання.

Передбачається, що запропонована композитна конструкція може збільшити термін служби редуктора в 3-5 разів за умов недостатнього змащення та наявності абразивних частинок.

REVIEW OF CURRENT EMISSION STANDARDS FOR HEAVY DUTY COMPRESSION IGNITION ENGINES AND FURTHER PROSPECTS FOR THEIR DEVELOPMENT

Rebrov O.Yu., Kalchenko B.I., Rebrova O.M., Chernyatynskyi I.P.
National Technical University
"Kharkiv Polytechnic Institute"

Currently, the EU has Euro VI standards in force, which regulate emissions of harmful substances at levels that should not exceed: NOx – 0.46 g/(kWh), particulate matter by mass – 10 mg/(kWh) and by number – $6 \cdot 10^{11}$ particles/(kWh) and a size of more than 23 nm. From 2028, a gradual transition will take place until May 2029 to the Euro VII standard, which provides for more stringent emission requirements: NOx – 0.20 g/(kWh), particulate matter by mass – 8 mg/(kWh) and by number – $6 \cdot 10^{11}$ particles/(kWh) and a size of more than 10 nm.

In the USA*, federal standards from 2007 are in force with emission standards: NOx – 0.20 g/(bhp·hr), particulate matter by mass – 10 mg/(bhp·hr). At the same time, the state of California has its own standards, according to which, starting from 2024, emissions should not exceed: NOx – 0.05 g/(bhp·hr), particulate matter by mass – 5 mg/(bhp·hr). From 2027, the standards will be agreed at the emission level: NOx – 0.035 g/(bhp·hr), particulate matter by mass – 5 mg/(bhp·hr).

Japan currently has a 2016 standard in place, which provides for emission standards: NOx – 0.40 g/(kWh), particulate matter by mass – 10 mg/(kWh) and by number – 6·1011 particles/(kWh) and a size of more than 23 nm. Further stricter emission standards are not planned to be introduced yet.

China has a CHINA VI standard in place, which fully complies with Euro VI: NOx – 0.46 g/(kWh), particulate matter by mass – 10 mg/(kWh) and a size of more than 23 nm. From 2028, China will implement the CHINA VII standard, which requires emissions of: NOx – 0.46 g/(kWh), particulate matter by mass – 10 mg/(kWh) and by number – $6 \cdot 10^{11}$ particles/(kWh) and a size of more than 10 nm, which is very close to Euro VII.

In South Korea, the standard is at the Euro VI emission level: NOx – 0.46 g/(kWh), particulate matter by mass – 10 mg/(kWh) and by number – $6 \cdot 10^{11}$ particles/(kWh) and a size of more than 23 nm. There are no plans to revise the emission standards for harmful substances in South Korea in the near future.

India in 2020 introduced the Bharat VI standard, which corresponds to Euro VI: NOx - 0.46 g/(kWh), particulate matter by mass - 10 mg/(kWh) and by quantity - $6 \cdot 10^{11}$ particles/(kWh) the particle size is not specified.

In Australia, the Euro VI standard has been implemented since 01.11.2024 for new models and from 01.11.2025 for new registrations. In Brazil, the Euro VI standard has been in effect since 01.01.2022. In Canada, the standard fully complies with the US federal standard. In Ukraine, the Euro VI standard has been introduced since 01.01.2025. Therefore, from January 1, 2025, the registration and first registration of new cars manufactured in Ukraine and imported into the territory is allowed only if they comply with Euro VI standards.

* – in the USA and California, emission standards are specified in British horsepower (~745 W).

METHOD OF TWO-DIMENSIONAL APPROXIMATION OF FUEL CHARACTERISTICS OF AUTOMOTIVE ENGINES

Rebrov O.Yu., Rebrova O.M., Kovalenko D.A., Rezvanov R.I., Laguta D.F.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"

When modeling fuel consumption by automobile engines or calculating the current instantaneous or route fuel consumption of a car, there is a need to use data on the fuel characteristics of the engine with high data discreteness. This problem can be solved using approximation methods.

At the first stage, it is proposed to apply spline approximation of the engine performance speed characteristic in the coordinates of engine speed-effective torque. This makes it possible to clearly limit the field of operating modes of the automobile engine.

At the second stage, it is proposed to apply the procedure of two-dimensional approximation by polynomials of the 1st-4th order of the fuel consumption surface. To implement this procedure, a matrices with coefficients of the degrees of approximation polynomials have been prepared. These matrices contain complete and incomplete sets of coefficients of approximation polynomials by approximation orders. The choice of the order of polynomials and a complete or incomplete set of coefficients is made by the researcher. The program code of the approximation procedure also provides for determining the quality of agreement of the approximation with the experimental data by determining the reliability index R^2. The figure below shows an example of a two-dimensional approximation of brake specific fuel consumption, where the yellow dots show the experimental data and the red approximation surface.

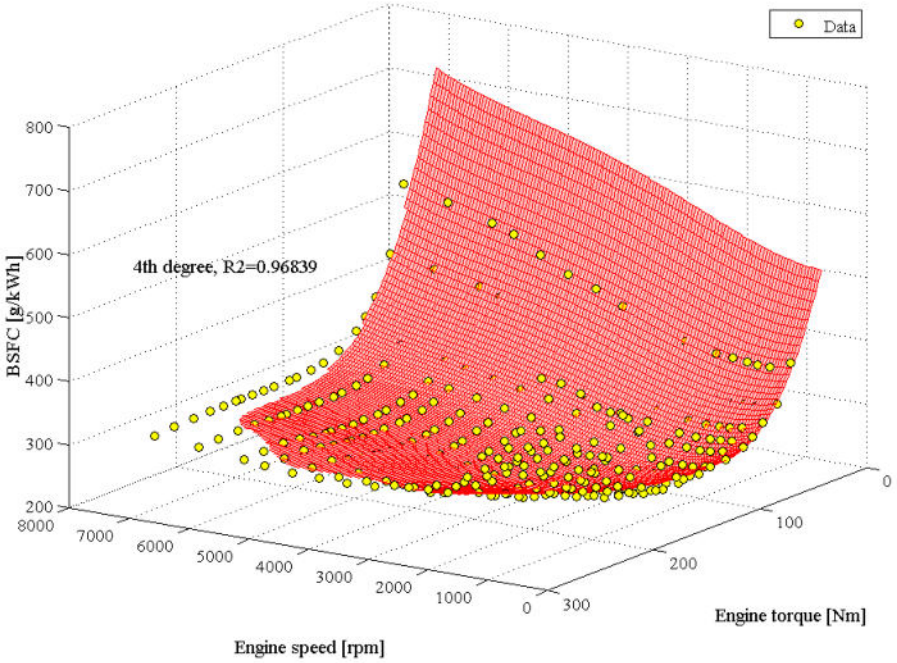


Figure – Approximate surface of brake specific fuel consumption

ПІДВИЩЕННЯ ТЯГОВИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КОЛІСНИХ ТРАКТОРІВ КЛАСИЧНОЇ КОМПОНОВКИ

Ребров О.Ю., Коваленко О.І.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Інтенсифікація сільськогосподарського виробництва вимагає підвищення тягових властивостей колісних тракторів, особливо класичної компоновки, частка який у світовому сегменті тракторної сільськогосподарської техніки сягає понад 90%. Підвищення тягових властивостей колісного трактора спостерігається за рахунок збільшення його маси при баластуванні. Однак, відомо, що зростання маси трактора вимагає відповідного збільшення внутрішнього тиску повітря в шинах і, як наслідок, викликає надмірне збільшення максимального тиску на ґрунт, що, як правило, супроводжується порушенням норм щодо дії ходових систем мобільної сільськогосподарської техніки на ґрунт. Тому в рамках проведеного дослідження розглядалися декілька варіантів комплектацій колісної системи із застосуванням здвоєних конструкцій. Здвоєння шин застосовувалось не тільки як засіб збільшення площі контакту з ґрунтом, а й як відповідне баластування трактора за рахунок збільшення його зчіпної ваги. Досліджувався трактор класичної компоновки конструктивною масою 9700 кг з номінальною потужністю двигуна 211 кВт. Аналізу підлягали колісні системи з усіма одинарними шинами, здвоєними тільки задніми шинами, здвоєними передніми та задніми шинами.

Аналіз тягових властивостей розглянутих схем показав (див. рис.), що здвоєння штатних шин є ефективним засобом підвищення сили тяги трактора при допустимому буксуванні за рахунок збільшення площі контакту з ґрунтом. Особливо ефективним є одночасне застосування здвоєння шин та баластування трактора литими вагами, що дає змогу підвищити силу тяги в 1,2…1,75 рази.

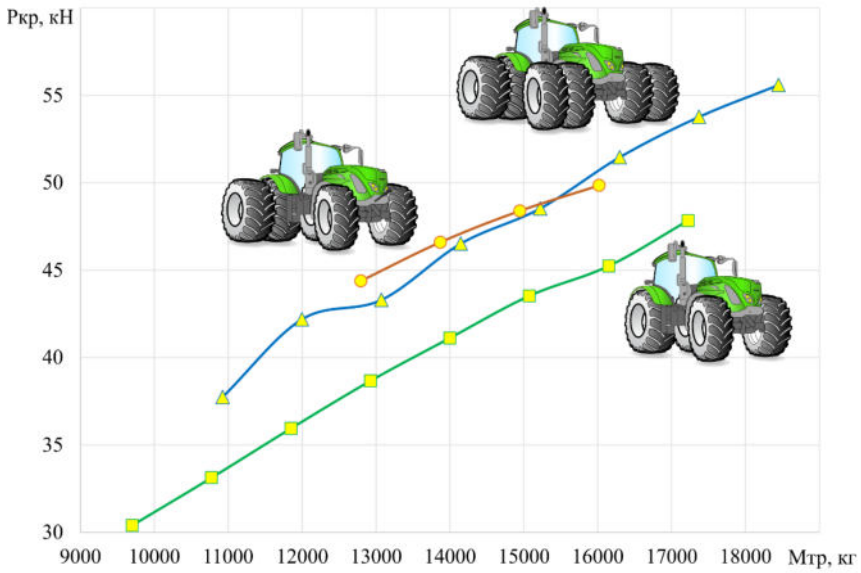


Рисунок – Залежність сили тяги при допустимому буксуванні від маси трактора для різних комплектацій колісної системи при баластуванні

ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ БУКСИРУВАННЯ АВТОМОБІЛЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ДИНАМІЧНОГО ТРОСУ

Ребров О.Ю., Лис К.Д, Тішевський М.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

При русі в умовах бездоріжжя, особливо при перезволоженому стані ґрунтової поверхні виникає проблема опорної прохідності транспортних засобів. Вода та багно суттєво погіршують умови руху автомобіля, а іноді роблять його неможливим. На допомогу застряглому транспортному засобу може прийти аналогічний, що має порівняну або більшу масу та кращі зчіпні властивості за рахунок розташування на поверхні з кращим станом ґрунту.

При з'єднанні буксирувальним тросом можливість витягування застряглого транспортного засобу з багна сумнівна, оскільки рух можливий тільки при перевищенні загальної сили тяги обох транспортних засобів загального опору руху (див. рис.). При цьому передній транспортний засіб не має можливості попередньо розігнатися, оскільки буксирувальний трос необхідно натягувати повільно, щоб не відбувався різкий ривок, який може спричинити розрив тросу або пошкодження транспортних засобів. Тобто для витягування застряглого транспортного засобу не можна скористатися накопиченим запасом кінетичної енергії руху дещо розігнаного переднього транспортного засобу, що буксирує.

Вирішення цієї задачі можливе за рахунок застосування динамічного тросу, який в англомовних джерелах називають «kinetic rope». Динамічні троси мають дуже високу еластичність та розриваються лише при значних деформаціях розтягування. Так, поліамідні/нейлонові динамічні троси розриваються при розтягуванні на величину до 43%, а троси з суміші поліолефіну та поліестеру розриваються при розтягуванні до 22%. Виробники динамічних тросів випускають їх в сегменті допустимих розривних зусиль в межах 4…100 т.

Проведений попередні аналіз процесів буксирування та витягування застряглих транспортних засобів з застосуванням динамічних тросів, проведений на основі чисельної реалізації динамічної моделі наведеної нижче схеми, показав їх високу ефективність. Для забезпечення цілісності динамічного тросу, найефективнішого використання його можливостей разом з запасом кінетичної енергії для витягування з багна динамічний трос в обов'язковому порядку має обиратися за вагою застряглого транспортного засобу.

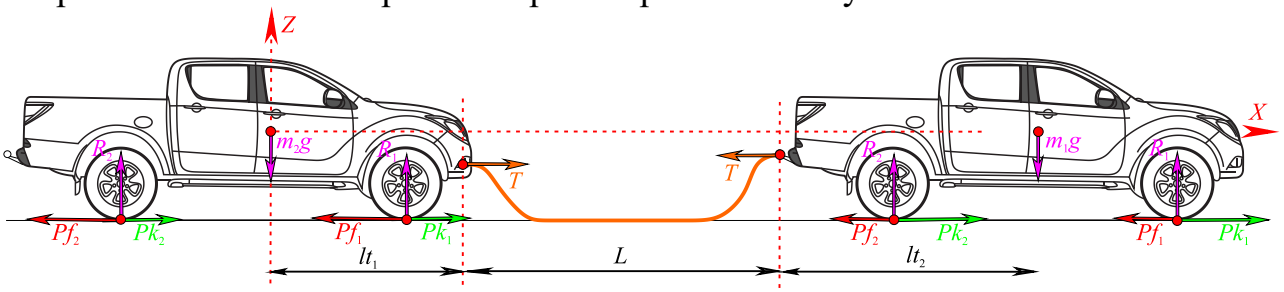


Рисунок – Розрахункова схема з використанням динамічного тросу

ПІДВИЩЕННЯ АГРОЕКОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КОЛІСНИХ ТРАКТОРІВ КЛАСИЧНОЇ КОМПОНОВКИ

Ребров О.Ю.[1], Грицай В.А.[2]

[1] Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», [2] ТОВ «Харків трактор інжиніринг»

Вагомим чинником, що обмежує застосування колісних сільськогосподарських тракторів на польових операціях, особливо у весняний період, є неприйнятний рівень максимального тиску на ґрунт, що порушує норми дії ходових систем мобільної сільськогосподарської техніки на ґрунт. В ґрунто-кліматичних умовах України стан ґрунтів, їх гранулометричний склад та вологість визначають рівень максимального тиску на ґрунт в межах 60…180 кПа. Разом з цим, досвід світового тракторобудування свідчить про середнє значення максимального тиску на ґрунт сучасних конструкцій колісних сільськогосподарських тракторів класичної компоновки на рівні 120 кПа.

Одним із ефективних заходів зниження максимального тиску на ґрунт вважається здвоєння шин. Тому в дослідженні з'ясовувався вплив різних варіантів комплектацій колісної системи трактора конструктивною масою 9700 кг з номінальною потужністю двигуна 211 кВт із застосуванням здвоєних шин. Здвоєння шин фактично розглядалося як комбінований прийом збільшення площі контакту з ґрунтом та зчіпної ваги трактора, особливо яскраво це спостерігається при одночасному застосуванні здвоєння шин та колісних чи навісних литих баластних ваг. Аналізувалися колісні системи трактора з усіма одинарними шинами, здвоєними тільки задніми шинами, здвоєними передніми та задніми шинами (див. рис). Аналіз отриманих даних показав, що застосування всіх здвоєних штатних шин з одночасним баластуванням литими вагами є вельми ефективним та дає змогу забезпечити максимальний тиск на ґрунт на рівні до 120 кПа (як у трактора на всих одинарних шинах) при підвищенні зчіпної ваги з 9700 кг до 16500…17000 кг.

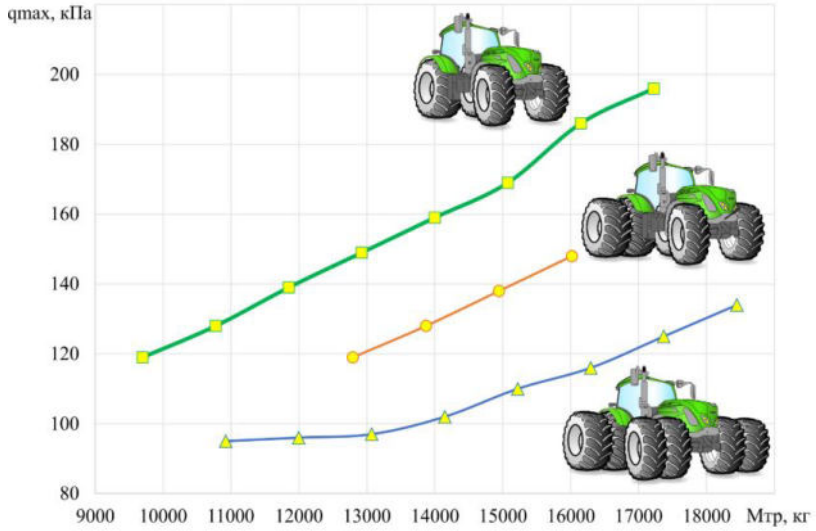


Рисунок – Залежність максимального тиску на ґрунт від маси трактора для різних комплектацій колісної системи при баластуванні

FEATURES OF WHEELED VEHICLES WITH HYBRID AND ELECTRIC DRIVES FOR DRIVE WHEELS

Sergienko A.N.[1], Logvinov Ye.Ya.[2], Sergienko N.Ye.[1], Dunaievskyi V.O.[1]
[1]National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute",
[2]Kharkiv National University of RadioElectronics, Kharkiv

The development of vehicle design is aimed at improving efficiency, environmental friendliness, cost-effectiveness, reliability, and safety, which increases the role of electric drives and electronics [1]. Modern hybrid and electric vehicles combine traditional solutions with advanced technologies, having structural and functional features that distinguish them from vehicles with internal combustion engines (ICEs).

Among the structural features: electric motors that can drive individual axles or be integrated into wheel hubs, allowing for the elimination of traditional transmissions; power units are compact and modular, providing more interior space [2, 3]; batteries located in the vehicle floor lower the center of gravity and improve stability and handling.

Among the energy-related features: regenerative braking improving motion efficiency [4]; the use of batteries as the main energy source requiring cooling and effective energy management; in hybrid vehicles, the combination of ICE and electric motor reduces fuel consumption, harmful emissions, and improves dynamics.

Functional features include: improved acceleration and smooth operation due to the instant torque of the electric drive; low noise levels, enhancing comfort, especially in urban environments; reduced maintenance costs due to the absence of many mechanical components.

Environmental and operational advantages include: zero or minimal emissions, which is important for urban areas; lower operating costs due to cheaper electricity; easy integration with smart control systems and autopilots.

Among the disadvantages: limited power reserve and dependence on a network of charging stations; high cost of electric drives and batteries, increasing the vehicle price; environmental risks in battery production, despite clean operation.

Literature:

1. *Сергієнко М.Є.* Особенности использования электрического привода и систем управления на современных автомобилях/ *М.Є. Сергієнко, Б.Г. Любарский, М.И. Пастущина* // Вістник НТУ „ХПІ". Зб. н. праць. Серія: Автомобіле- і тракторобудування. – 2018. – №49(1325). – С. 40-49.

2. *Сергиенко А.Н.* Анализ конструкций электромеханических преобразователей и выбор схемы электроамортизатора неподрессоренных масс транспортного средства/ *Сергиенко А.Н., Любарский Б.Г., Сергиенко Н.Е.* // Сборник научных трудов: Автомобильный транспорт. – Харьков: ХНАДУ, 2012. – Вып. 31. – С. 18-25.

3. *Sergienko, N.* Study of the two-rotor electric motor of a drive of vehicle drive wheels / *N. Sergienko, V. Kuznetsov, B. Lyubarskyi, M. Pastushchina, P. Gołębiowski, S. Tkaczyk* //Archives of Transport, 2021, 60(4), 245-257. DOI:

4. *Сергієнко М.Є., Любарський Б.Г., Пастущина М.І.* Математическое моделирование электропривода колес автомобиля с двухроторным электродвигателем. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVI Міжн. н-практ. конф. MicroCAD-2019. 16-18 квітня 2019р., Ч. І. за ред. проф. Сокола Є.І. Харків: НТУ «ХПІ». С. 208.

КОНЦЕПЦІЯ СТВОРЕННЯ БОРТОВОГО ЕЛЕКТРОГЕНЕРАТОРА ДЛЯ САМОХІДНИХ МАШИН

Сергієнко А.М., Любарський Б.Г., Сергієнко М.Є.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Концепція побудови електрогенератора з приводом від вільнопоршневого лінійного ДВЗ є універсальною та може бути успішно реалізована в автомобільній техніці різних типів. Аналіз сучасних досліджень свідчить про перспективність цієї енергетичної схеми для використання в легкових, вантажних, позашляхових та інших транспортних засобах.

Значний інтерес до тематики зумовлений потенціалом ефективного перетворення енергії та необхідністю комплексного підходу до інтеграції двигуна, генератора й системи керування. Це, у свою чергу, потребує детального аналізу кожного компонента та оптимального синтезу конструкції для досягнення заданих параметрів електрогенерації. Популярність такого підходу пояснюється можливістю зменшення витрати пального, зниження шкідливих викидів, підвищення ресурсу техніки й покращення умов експлуатації.

Аналіз існуючих конструкцій вільнопоршневих двигунів – електрогенераторів виявляє дві основні технічні проблеми. По-перше, відсутність колінчастого вала ускладнює автоматичне забезпечення стабільного та точного ходу поршня з досягненням заданих положень верхньої та нижньої мертвих точок у потрібний момент циклу. По-друге, виникає значне теплове навантаження через просторову близькість двох джерел тепла – камери згоряння та електромагнітного генератора.

Переваги концепції: Виключення кривошипно-шатунного механізму дозволяє знизити механічні втрати енергії. Пряме перетворення хімічної енергії палива в електричну підвищує ефективність системи. Конструкція компактна та малої маси. Використання різних типів палива, зокрема водню та біогазу. Перспективність для гібридних машин та автономних джерел енергії.

Основні виклики реалізації: Забезпечення високоточного керування рухом поршня є критично важливим для стабільної та ефективної генерації електроенергії, що ускладнює систему керування. Ефективне змащування компонентів потребує застосування спеціалізованих матеріалів або технологій. Резонансні коливання і вібрацій можуть негативно впливати на довговічність і стабільність роботи системи. Потрібно термодинамічне моделювання для оцінки ефективності та стабільності роботи вільнопоршневого двигуна з врахуванням динаміки згоряння, теплового навантаження та руху поршня. Оптимізація конструкції й параметрів системи – зокрема, геометрії камери згоряння, характеристик генератора та алгоритмів керування необхідна при тестуванні. Усі ці компоненти разом формують концепцію компактної, ефективної та надійної енергетичної установки з вільнопоршневим лінійним ДВЗ.

NON-EXHAUST PARTICULATE MATTER EMISSIONS DURING VEHICLE BRAKING: INFLUENCE OF DYNAMICS AND MITIGATION STRATEGIES

Skliarov O.V., Selevych S.G.

National Technical Universityм «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Particulate matter (PM) is among the most serious environmental pollutants, posing significant threats to human health and air quality. The transport sector plays a key role in the formation of PM emissions, originating from both exhaust and non-exhaust sources. Ultrafine particles (UFP) and PM2.5 are of particular concern, as they can easily penetrate the respiratory system and cause cardiovascular diseases [1, 5].

Given the scale of the problem, environmental legislation in the European Union and the United States is continuously being improved to reduce particle emissions. Research shows that a significant share of PM pollution originates not only from exhaust gases but also from non-exhaust sources, especially particles generated by brake system wear [2, 3, 6].

In modern urban transport conditions, particles generated from the friction between brake discs and pads can account for up to 85% of PM10 in traffic flows in European cities [4]. Since the braking process is closely linked to the mechanical characteristics of the vehicle, its kinetics, and road surface conditions, studying the impact of braking dynamics on PM formation is highly relevant.

Fine and ultrafine particles produced by brake wear are highly bioreactive and can enter the human respiratory and circulatory systems, leading to serious health effects [5]. Given the increasing environmental challenges–such as higher traffic volumes in large cities and climate change–effective measures must be developed to reduce non-exhaust emissions.

For example, the European Union is implementing regulations to control brake-related emissions under the EURO 7 standard, which envisages a gradual reduction of the PM10 limit for vehicles from 7 mg/km in 2025 to 3 mg/km by 2035 [6].

The aim of this article is to analyse the mechanisms of non-exhaust PM formation during braking, to examine the factors influencing emission levels, and to review current mitigation strategies within regulatory policies and engineering solutions.

References:

1. Mukherjee, A., Agrawal, M., 2017. World air particulate matter: sources, distribution and health effects. Environ. Chem. Lett. 15 (Issue 2)

2. Timmers, V.R.J.H., Achten, P.A.J., 2016. Non-exhaust PM emissions from electric vehicles. Atmos. Environ. 134, 10–17.

3. Ketzel, M., Omstedt, G., Johansson, C., Düring, I., Gidhagen, L., Lohmeyer, A., Berkowicz, R., Wåhlin, P., 2005. Estimation and Validation of PM2. 5/PM10 Exhaust and Nonexhaust Emission Factors for Street Pollution Modelling. Presentation at the 5th Interntl. Conf. on Urban Air Quality (UAQ 2005), Valencia, Spain, pp. 29–31.

4. Singh, V., Biswal, A., Kesarkar, A.P., Mor, S., Ravindra, K., 2020. High resolution vehicular PM10 emissions over megacity Delhi: relative contributions of exhaust and non-exhaust sources. Sci. Total Environ. 699

5. De Kok, T.M., Hogervorst, J.G., Bried´e, J.J., Van Herwijnen, M.H., Maas, L.M., Moonen, E.J., Driece, H.A., Kleinjans, J.C., 2005. Genotoxicity and physicochemical characteristics of traffic-related ambient particulate matter. Environ. Mol. Mutagen. 46 (2)

6. Grigoratos, T., Giorgio, M., 2014. Non-exhaust traffic related emissions. Brake and tyre wear PM. In: Non-exhaust Traffic Related Emissions. Brake and tyre wear PM.

ВАРІАНТ УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ АЕРОДРОМНИХ ПЕРЕСУВНИХ ЕЛЕКТРОАГРЕГАТІВ

Сокол О.М., Леоненко О.М., Новічонок С.М.
Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків

Необхідність удосконалення конструкції аеродромних пересувних електроагрегатів (АПА), які експлуатуються у Збройних Силах (ЗС) України і застосовуються у якості пересувних джерел електроенергії при підготовці повітряних суден до польотів, обумовлена переозброєнням ЗС України на авіаційну техніку іноземного виробництва (типу F-16, Mirage 2000, UH-60 Blackhawk або інших) [1].

Технічні характеристики наявних на теперішній час у ЗС України зразків аеродромних пересувних електроагрегатів (АПА-5Д, АПА-50М, АПА-80 та ін.) забезпечують якість електричної енергії на рівні вимог ГОСТ 19705-89 та відповідають параметрам бортових систем електропостачання літаків і вертольотів розробки і виробництва колишнього СРСР, а саме Су-24М, Су-25, Су-27, МиГ-29 та ін.. Проте електрична енергія, яка допускається для живлення повітряних суден іноземного виробництва, має більш жорсткі вимоги щодо її якості, що визначається стандартом ISO 6858:2017.

Порівняльний аналіз вимог ГОСТ 19705-89 та ISO 6858:2017 показав [2], що застосування наявних зразків АПА у якості наземних джерел електропостачання для авіаційної техніки іноземного виробництва, можливе за умови підвищення швидкодії та точності систем автоматичного регулювання швидкості обертання колінчастого валу привідного двигуна.

Конструкція існуючої системи автоматичного регулювання швидкості обертання колінчастого валу привідного двигуна АПА-5Д [3] (шасі – Урал-4320, привідний двигун – КамАЗ-740/3) побудована на базі вимірювального елементу на коливальному RC-контурі та двокаскадному магнітному підсилювачі. Наявність такого підсилювача вносить у характеристики системи регулювання деяку інерційність, що і є передумовою низької швидкодії, а застосування вимірювального елементу на коливальному RC-контурі, в свою чергу, обумовлює низьку точність регулювання та високу температурну залежність.

Для вирішення задачі удосконалення конструкції наявних зразків АПА у системі автоматичного регулювання швидкості обертання колінчастого валу привідного двигуна запропоновано застосувати цифровий ПІД-регулятор, а у якості виконавчого механізму для приводу паливної рейки паливного насосу високого тиску привідного двигуна – електромагнітний актуатор.

Література:

1. Повітряна військова техніка України. Вікіпедія : Вільна Енциклопедія: веб-сайт. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Повітряна_військова_техніка_України (дата звернення: 14.04.2025).

2. *Сокол О.М.* Перспективи подальшого використання аеродромних пересувних електроагрегатів та шляхи удосконалення їхньої конструкції. / *О.М. Сокол, С.М. Новічонок, О.М. Леоненко, Д.А. Стояновський* // Системи озброєння і військова техніка. 2024. № 2(78). С. 30-40. https://doi.org/10.30748/soivt.2024.78.04.

3. Авіаційний пересувний електроагрегат АПА-5Д. Технічний опис А5Д.00.00.000 ТО, 1987. 118 с.

ЗАСТОСУВАННЯ ПРОГРАМИ MATLAB ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПНЕВМАТИЧНИМ ПРИВОДОМ ЗЧЕПЛЕННЯ

Фисун С.С., Ярита О.О.
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

В умовах зростання вимог до ефективності, надійності та адаптивності транспортних засобів зростає інтерес до електропневматичних приводів зчеплення, що поєднують у собі переваги електричних і пневматичних систем. Такий тип приводу забезпечує швидке та плавне з'єднання двигуна з трансмісією, дозволяючи реалізовувати різні алгоритми керування без участі водія, що особливо важливо для автоматизованих механічних трансмісій (AMT).

Для забезпечення надійності системи в різних експлуатаційних умовах, важливо ще на етапі розробки здійснити моделювання та всебічне дослідження її динамічних властивостей. У даному контексті середовище MATLAB/Simulink є однією з найпотужніших платформ для побудови структурно-функціональних, математичних і фізичних моделей. Його функціональні можливості, зокрема через пакети **Simscape, Simscape Fluids, Stateflow, Simulink Control Design** та інші, дають змогу реалізувати моделі з високим рівнем достовірності [1,2].

У рамках запланованої розробки передбачається провести порівняння кількох варіантів побудови системи керування: без зворотного зв'язку (тобто з відкритим контуром), зі зворотним зв'язком за положенням виконавчого механізму, а також зі зворотним зв'язком за тиском у пневматичній системі. Основна мета такого дослідження – визначити оптимальну конфігурацію, яка забезпечить максимально швидке, стабільне та плавне спрацювання зчеплення, мінімізуючи при цьому зношування фрикційних елементів [3].

Під час моделювання також буде проводитись аналіз того, наскільки система чутлива до змін пневматичних параметрів і до наявних нелінійностей у роботі приводу. Це дозволить точніше підібрати як конструктивні, так і регуляторні параметри для майбутнього фізичного зразка.

Очікується, що результати чисельного моделювання ляжуть в основу створення експериментальної установки. Для її реалізації планується використати мікроконтролер типу STM32 або Arduino Mega у поєднанні з пневматичним інтерфейсом [1]. Таким чином, модель, розроблена в середовищі MATLAB/Simulink, стане не лише інструментом теоретичного аналізу, але й основою для практичної перевірки алгоритмів керування в лабораторних умовах.

Література:

1. MathWorks Inc. Stateflow User's Guide, R2023b. // *https://www.mathworks.com/help/stateflow.*

2. *Богомолов В.О.* Математичне моделювання робочих процесів колісних та гусеничних транспортних засобів / *В.О. Богомолов, Д.М. Леонтьєв*. // Навчальний посібник – Харків, ХНАДУ, 2025.

3. *Hazem I. Ali*. A Review of Pneumatic Actuators (Modeling and Control) / *I. Ali Hazem, S. Bahari, B Mohd Noor, S. M. Bashi, M. H. Marhaban* // Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 3(2): 440-454, 2009.

АНАЛІЗ АВТОНОМНИХ САМОХІДНИХ ПЛАТФОРМ З ГІБРИДНИМИ ЕНЕРГЕТИЧНИМИ УСТАНОВКАМИ

Ходисько А.А., Сергієнко М.Є.
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", Харків

У сучасному військовому та цивільному машинобудуванні зростає інтерес до автономних, малогабарітних самохідних платформ з гібридними енергетичними установками, що поєднують двигуни внутрішнього згоряння з електричними накопичувачами енергії. Повністю електроприводні рішення обмежені запасом ходу та залежать від зарядної інфраструктури, що критично під час довготривалих автономних місій. Гібридні конфігурації, зокрема на базі платформ THeMIS, Raptor і Prospr, забезпечують самозаряджання та підвищену автономність.

Силові установки гібридних платформ реалізуються у вигляді послідовних, паралельних і комбінованих архітектур [1]. Послідовні є простими в компонуванні, але мають вищі втрати перетворення; паралельні – ефективні на крейсерських режимах, однак складні в синхронізації; спліт‑топології оптимізують навантаження ДВЗ, хоча потребують складних трансмісій. У ролі накопичувачів енергії застосовуються Li‑ion батареї, що мають високу енергомісткість, проте обмежену пікову потужність і ресурс [5]. Комбіновані HESS‑системи дозволяють знизити пікові струми, зменшити деградацію батарей до 37 % при DoD = 80 % [2] та покращити рекуперацію.

Управління потоками енергії забезпечується стратегічними EMS‑алгоритмами: rule‑based (простота й надійність, але слабка адаптивність), оптимізаційними (MPC, DP – до ~8–14% приросту ефективності [3]), а також інтелектуальними (нейромережі, підкріплювальне навчання), які демонструють потенціал, але потребують потужних обчислювальних систем [3].

В роботі проведена систематизація архітектур гібридних трансмісій та накопичувачів енергії, а також проаналізовано підходи до енергоменеджменту. Встановлено нестачу уніфікованих топологій HESS і гнучких EMS‑алгоритмів, здатних працювати в реальному часі з урахуванням місій, GPS/V2X‑даних і обмежених обчислювальних ресурсів.

Надалі планується математичне моделювання потоків енергії та розробка EMS‑модуля з MPC і підкріплювальним навчанням для підвищення автономності без шкоди для надійності та ресурсу енергетичних компонентів.

Література:

1. *Dagci O. H., Peng H., Grizzle J. W.* Hybrid electric powertrain design methodology with planetary gear sets // IEEE Access. – 2018. – Т. 6. – С. 9585–9602

2. *Urooj A.; Nasir A.* Review of hybrid energy storage systems for hybrid electric vehicles // World Electric Vehicle Journal. – 2024. – Т. 15, № 8. – Ст. 342.

3. *Altun Y. E.; Kutlar O. A.* Energy management systems' modeling and optimization in hybrid electric vehicles // Energies. – 2024. – Т. 17, № 7. – Ст. 1696.

ЩОДО ПИТАННЯ ГІБРИДИЗАЦІЇ АВТОНОМНИХ САМОХІДНИХ ШАСІ ДЛЯ ВИКОНАННЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ ІНЖЕНЕРНИХ РОБІТ

Череватенко Р.В., Пелипенко Є.С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

На сьогоднішній день великої популярності в світі отримали самохідні автоматизовані колісні шасі (роботизовано платформи), які покликані замінити людину при виконанні різних спеціалізованих задач. Такі засоби знаходять широке застосування у таких галузях, як військова, інженерно-будівельна, аграрна, тощо. Основними джерелами живлення автономних самохідних шасі є електричні приводи (зазвичай використовуються мотор-колеса) та двигуни внутрішнього згоряння. Оснащуючи виключно шасі електричним приводом, виникає необхідність забезпечення достатньої ємності акумуляторних батарей, що напряму впливає на автономність спеціалізованих робіт. Використання в автономних самохідних шасі такого джерела живлення, як двигун внутрішнього згоряння, необхідно враховувати його низький ККД (близько 40÷50%), наявність при роботі низько- та високочастотних коливань, а також забруднюючих речовин у викидах.

Одним з ключових напрямків розвитку сучасних автономних самохідних шасі є забезпечення високої енергоефективності, що безпосередньо впливає на такі експлуатаційні показники, як адаптованість до автономної роботи та мобільності. В залежності від задач, які висуваються до автономного самохідного шасі, проектують трансмісійні вузли. Особливо це актуально для великогабаритних та важких засобів, де впровадження трансмісії має велику доцільність, що підтверджується наступними чинниками: енергетична ефективність (двигун внутрішнього згоряння працює у зоні максимального крутного моменту); збільшена автономна робота (комбінація джерел живлення забезпечує більшу тривалість роботи); універсальність (робота на електричному чи гібридному джерелі живлення); мобільність (оптимізація масових складових); екологічність. Проте гібридизація засобів також має й недоліки: собівартість (гібридні технології мають коштовні компоненти, а також вимагають своєчасного обслуговування та налаштування); ергономічні (робота двигун внутрішнього згоряння утворює додатковий шум, що обмежує використання в чутливих середовищах); складність системи (поєднання декількох джерел живлення потребує додаткових керуючих блоків, інверторів, контролерів, які збільшують складність та кількість потенційних точок відмови); енергетичні (потрібне високоточне програмне керування розподілом енергії, яке повинне враховувати поточні навантаження та відслідковувати поточний стан джерел)

Таким чином, гібридизація трансмісійних установок дозволить забезпечити оптимізацію показників автономності та енергетичних показників, що дозволить проектувати універсальні платформи різного призначення.

ВИЗНАЧЕННЯ ПОТУЖНОСТІ ПРИВОДУ СИСТЕМИ ЕКСТРЕНОГО ПІДЙОМУ КУЗОВА

Шаповаленко В.О.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, м. Харків

Враховуючи що переважна більшість бокових ударів. а це 48 % відбуваються під кутом 90 °, логічним кроком є підсилення бокової частини дверей в місці контакту. Тому самий простий спосіб підвищення пасивної безпеки під час бокового удару є використання балки безпеки круглого профілю або формовані з листового металу. Розташування балки в дверях дозволяє зменшити проникання кузовних елементів в середину транспортного засобу та рівномірний розподіл енергії удару по боковій частині автомобіля. Балка виконує свої функції при боковому зіткненні двох легкових автомобілів з схожими габаритними параметрами, але якщо відбудеться боковий удар двох автомобілів з різними габаритними параметрами балка безпеки не зможе в повній мірі виконати свою функцію. Автомобільні виробники досліджуючи це питання представили декілька концепцій систем екстреного підняття кузова. Такі системи дозволяють зменшити на 50 % навантаження на водія та пасажирів порівняно з боковим ударом, коли кузов не піднятий. Така система дозволяє за 0.5 с підняти одну із сторін автомобіля на 85 мм. Таким чином підставивши під удар зону де знаходяться балка безпеки та поріг автомобіля [1, 2].

Для того щоб перевірити достовірність значень які характеризують спрацювання концептуальних систем екстреного підйому кузова, скористаємось інструмент аналізу Tracker [3] програма дає змогу моделювати та аналізувати рух об'єктів на відео. Використаємо можливість ручного відстеження переміщення об'єктів із накладенням даних про положення, швидкість і прискорення.

Процес екстреного підйому кузова, який характеризує висоту підйому за певний час визначимо за допомогою кривої Безьє [4, 5]. Введемо керуючий параметр S – як відносну координату положення кузова транспортного засобу. Крива Безьє є гладкою, тобто має похідну в кожній точці. Це дасть змогу точно дослідити процес екстреного підйому кузова та побудувати графіки які дають змогу визначити максимальну потужність яка витрачається на підняття кузова автомобіля. Сумарна потужність яка дає змогу забезпечити екстрений підйом кузова дорівнює 1200 Вт.

Література:

1. Multifaceted personality: predictive active suspension in the A8 flagship model. https://www.audi-mediacenter.com/en/press-releases/multifaceted-personality-predictive-active-suspension-in-the-a8-flagship-model-11905 (дата звернення 10.04.2025).

2. Vehicle dynamics international 2019. http://www.rapa.com/automotive/wp-content/uploads/sites/2/2024/01/eABC-VehicleDynamics.pdf (дата звернення 11.04.2025).

3. Tracker online with sample collection. https://physlets.org/tracker (дата звернення 10.04.2025).

4. *Лігун О.О.* Асимптотичні методи відновлення кривих / *О.О. Лігун, О.О. Шумейко*. Київ, 1997. 358 с.

5. *Михалевич М.Г.* Теоретичні основи систем керування зчепленням транспортних засобів категорій N3 та M3 з механічною трансмісією: дис. д-р. техн. наук: 05.22.02. Харків, 2021. 368 с.

SPECIALISED MAINTENANCE AND REPAIR OF AUTOMATIC TRANSMISSIONS FOR PASSENGER CARS

Shevtsov V., Lavrov H.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

In the current environment of road transport development, there is a rapid increase in the number of passenger cars equipped with automatic transmissions (AT). This is especially true for B-class cars - city vehicles that are actively used both by private individuals and in the commercial sector (taxis, car rentals, company vehicles, etc.). Reliability and ease of operation in dense urban traffic makes automatic transmissions an attractive alternative to manual transmissions. However, the complexity of the design and sensitivity to operating conditions lead to increased requirements for maintenance and repair of such units.

Amid the overall growth in demand for automatic transmissions, service stations are increasingly facing the need for highly specialised services. Universal approaches to transmission repair are becoming ineffective due to the variety of designs (hydromechanical transmissions, variators, robotic transmissions) and the need for accurate diagnostics of both electronic and hydraulic components.

In this regard, the task of designing and organising a specialised service adapted specifically to the peculiarities of B-class automatic transmissions arises. Such service should take into account the technological complexity of the units, the need for zoning the space for individual repair stages, specific equipment requirements, as well as safety and environmental standards.

High-precision specialised equipment is required to ensure the quality of repair work. It is also important to provide a visual and digital system for monitoring the condition of parts (video endoscopes, laser meters) to reduce the subjective influence of the human factor.

The use of specialised service during automatic transmission repair can reduce the average service time by 20-25% due to process optimisation, improve the quality of diagnostics and reduce the number of repeat visits, reduce the volume of consumables due to accurate defects, and increase the profitability and competitiveness of service stations.

In addition, the introduction of such a service allows us to gradually expand the range of services for automatic transmissions of other classes (C, D, SUVs), while remaining a highly specialised centre with high-quality technical equipment. The development of a specialised service for the repair of automatic transmissions of B-class passenger cars is a relevant and promising area of car service development. This approach helps to improve the efficiency, reliability and safety of the repair process, meets modern requirements for environmental friendliness and workplace comfort, and contributes to customer confidence and the overall development of the industry.

INTRODUCTION OF MODERN PAINTING AND STRAIGHTENING TECHNOLOGIES DURING BODY REPAIR

Shevtsov V., Vasenkov D.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

In modern automotive service, body repair is one of the leading services in terms of volume of work, technical complexity and quality requirements. The reasons for this are not only the high accident rate in urban areas, but also the growing number of vehicles, the reduced safety margin of body elements due to lightweight materials, and stringent safety and appearance standards for cars. Modern car bodies are manufactured using high-tech materials such as high-strength steels, aluminium and composites. Accordingly, repair methods should take into account the specifics of processing such materials, including temperature control, restoration of anti-corrosion protection and preservation of geometric characteristics. Under these conditions, the introduction of modern painting and straightening technologies during body repair should take into account not only the technological process, but also the logistics of moving the car, safety, environment and comfort of the personnel.

The introduction of modern painting and straightening technologies requires a comprehensive solution to a number of problems, including optimising the layout of the production space, selecting equipment in accordance with modern repair standards and ensuring technological compatibility of all processing stages, and complying with labour protection, fire safety and environmental standards.

The straightening area is the most technically challenging area, which is equipped with benches with 3D body geometry measurement systems, spot welders, pneumatic jacks, vacuum extractors, and induction heating systems for straightening aluminium parts. The use of laser or optical technology minimises alignment errors. The appearance and durability of the coating depends on the painting and drying complex. The chambers are equipped with a laminar air supply system, temperature control, an F9 class filtration system, and automatic humidity control systems. A constant temperature and fast drying are ensured by means of infrared panels or convection drying. In the polishing and quality control area, the paintwork is finished, minor defects are removed, polished, gloss, colour matching and coating thickness are checked. We use non-contact instruments (spectrophotometers, glossometers, thickness gauges) and LED lighting with a light temperature of 5000K to detect micro-defects.

Calculations show that the introduction of a modern technological scheme can reduce the duration of body repairs by 25-30%, improve the quality of paintwork, reduce the number of rework, and increase the level of occupational safety. Thus, an efficiently designed body repair area using the latest straightening and painting technologies is not only a technically sound solution, but also an important competitive advantage for a car service company.

СЕКЦІЯ 2
АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ МЕХАНІЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ І ТРАНСПОРТУ

2.3 НОВІ МАТЕРІАЛИ ТА СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБКИ МЕТАЛІВ

ВПЛИВ РЕЖИМУ КУВАННЯ ПРИ РОЗКОЧУВАННІ НА ОПРАВЦІ НА ЯКІСТЬ ПОКОВОК

Ахмедов А.О[1]., Чухліб В.Л[1]., Біба М.В[2].

[1] Національний технічний університет «ХПІ», м Харків

[2] Micas Simulation Ltd, Oxford, The United Kingdom of Great Britain

Одним із критичних факторів, що визначає якість кінцевої поковки, є режим кування, який включає швидкість обертання, температуру нагріву та геометричне співвідношення між заготовкою й оправкою.

Згідно з дослідженням, яке було виконано з використанням сучасного програмного комплексу QForm [1], виконано моделювання процесу розкочування з урахуванням усіх основних параметрів технології. QForm дозволив візуалізувати розподіл деформації в об'ємі металу і визначити зони концентрації навантаження. Для аналізу було побудовано сітку контрольних точок (рисунок 1) і розраховано коефіцієнти нерівномірності деформації [2].

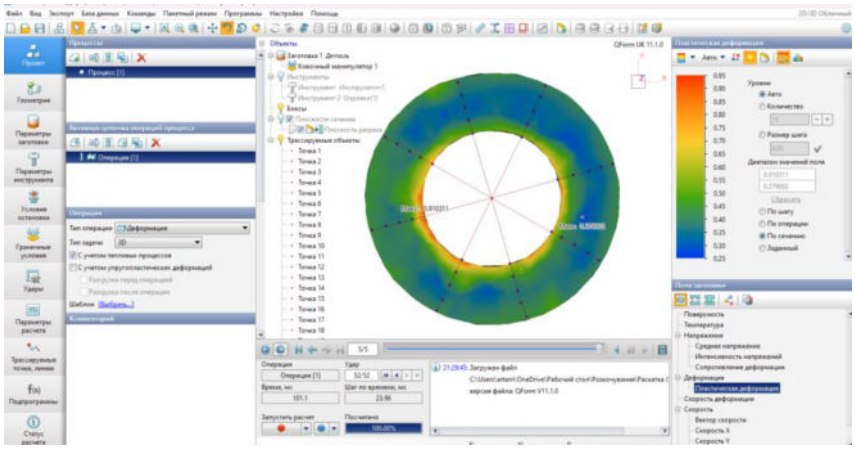


Рисунок 1. Детальне зображення розташування ліній та контрольних точок з показом максимальної точки пластичної деформації заготовки, при розкочуванні на оправці, при моделюванні у програмному комплексі QForm.

Виконаний аналіз підтвердив, що при недотриманні оптимального режиму розкочування, відбувається значне зосередження деформації в окремих зонах, переважно в безпосередній близькості до оправки, або в середній частині кільця. Це може призводити до розшарування структури, зниження втомної міцності, а також неоднорідності механічних характеристик у різних зонах виробу.

Література:

1. Біба М.В. Досвід застосування програми QForm для моделювання процесів ОМТ в промисловості, освіті та дослідженнях/ М. В. Біба // Пластична деформація металів : матеріали наук.-практ. конф. : тез. допов., 22-26 травня 2017 р., м. Дніпро. – Дніпро, 2017. – с. 9.

2. Розробка технологічної концепції проектування процесів кування з урахуванням впливу режиму деформування на якість поковок / В. Л. Чухліб [та ін.] // Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Сер.: Гідравлічні машини та гідроагрегати = Bulletin of the National Technical University "KhPI". Ser.: Hydraulic machines and hydraulic units : зб. наук. пр. – Харків : НТУ "ХПІ", 2021. – № 1. – Стор. 95-103.

STUDY OF CHEMICAL COMPOSITION OF COPPER VACUUM CONDENSATES BY EDS METHODS

Babanina N., Riaboshtan V.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

The vacuum condensation method makes it possible to produce dispersed composite materials with the addition of a small amount of component that is insoluble in the matrix. Given its activity to the grain boundaries [1], the distribution of chemical elements in such pseudo-alloys is a key factor.

The objects of research were Cu-0.3at%Mo foils up to 50 μm thick, obtained by the PVD method. The composite foils were studied using scanning electron microscopy at Karlstad University, Sweden.

Figure 1 shows the results of the survey in the secondary electron fixation mode and EDS. The surface has a developed structure, on which one can see grain-like formations between which spherical particles of almost half the size have formed.

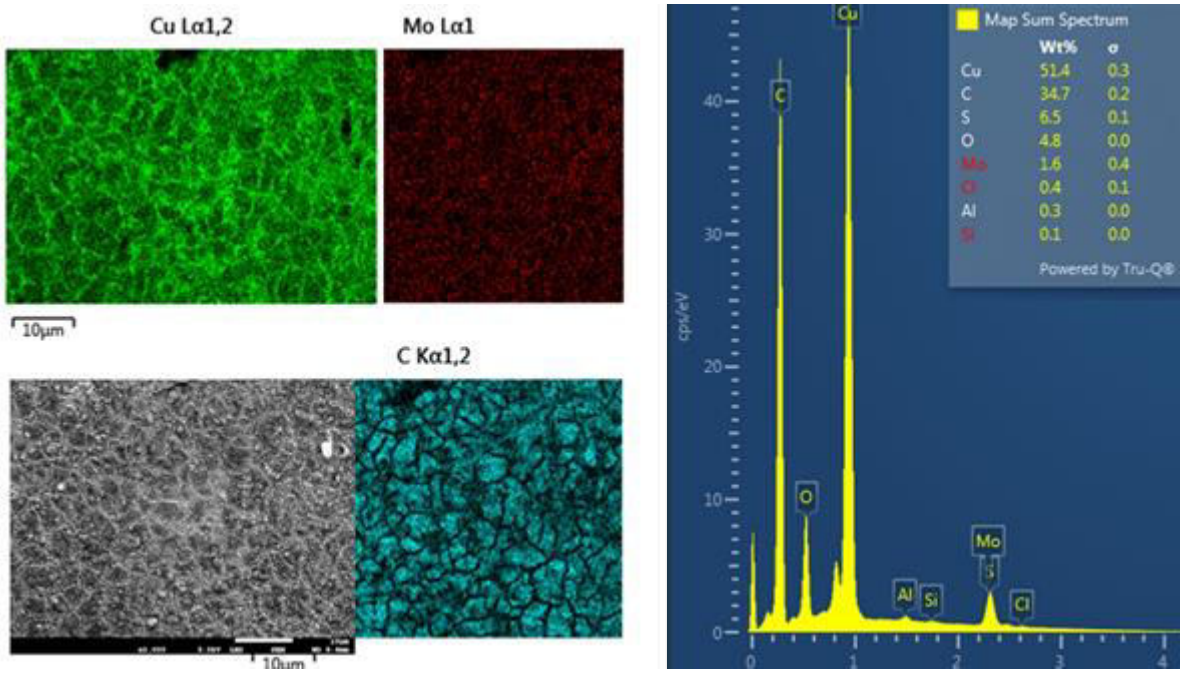


Figure 1 - Results of imaging in the secondary electron fixation and EDS modes

The location of molybdenum particles on the surface is associated with their connection to the matrix's grain boundaries [1]. In addition, they contain a large amount of carbon adsorbed on the surface. These formations likely have strong chemical bonds in the matrix, allowing them to persist despite thorough cleaning.

References:

1. Аномальний вплив температури підкладки на структуру вакуумних конденсатів Cu-Mo / Рябоштан В. А., Пінчук Н. В., Зозуля Е. В., Зубков А. І. // Фізика і хімія твердого тіла. Стан, досягнення і перспективи : матеріали 7-ї Всеукр. наук.-практ. конф. здобувачів вищої освіти та молодих вчених, 21-22 жовтня 2022 р., м. Луцьк / Луцький національний технічний університет. – Луцьк : ІВВ Луцького НТУ, 2022. – С. 91-92.

АНАЛІЗ ВПЛИВУ КОРОЗІЙНИХ ПРОЦЕСІВ ПАКУВАЛЬНИХ МЕТАЛЕВИХ МАТЕРІАЛІВ НА ЯКІСТЬ КОНСЕРВІВ

Байрачний В.Б., Чумак Б.А., Сергієнко О.А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Проведено дослідження методів збільшення термінів придатності типових харчових консервів за рахунок застосування модифікованих металевих тарних матеріалів.

Проведення дослідження з використанням корозиметра ІК-4 дає можливість використовувати корозійний моніторинг стійкості металевих тарних матеріалів в умовах харчових середовищ, тобто з'явилася можливість формувати банк даних корозійних процесів, що протікають у різних видах консервів з метою визначення функцій наближення, що достовірно описують протікаючий корозійний процес.

На базі експериментальної установки з використанням корозиметра ІК-4 та електрохімічного осередку Е-3С було розроблено узагальнюючу систему оцінки та обробки параметрів кінетики процесів корозії модифікованої металевої консервної тари, що дозволяє прогнозувати термін зберігання консервів без проведення повторних корозійних досліджень.

Використовуючи цю експериментальну установку було проведено визначення відповідності глибинного показника швидкості корозії металевих тарних матеріалів та класифікації харчових консервів за гравіметричним показником швидкості корозії, що дозволяє визначити рівень корозійної агресивності.

Встановлено, що біла жерсть оброблена за допомогою методу електролітичного лудіння має підвищену корозійну стійкість і може застосовуватися для виробництва металевої консервної тари.

На підставі дослідження кінетики корозійних процесів у модельних розчинах експериментально показано, що нова біла жерсть оброблена за допомогою методу електролітичного лудіння має суттєво високу корозійну стійкість по відношенню до білої жерсті, яка випускається серійно.

ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ БОРУВАННЯ НА КІНЕТИКУ РОСТУ БОРИДНИХ ШАРІВ НА СЕРЕДНЬОВУГЛЕЦЕВІЙ СТАЛІ

Бармін О.Є., Григор'єва С.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Борування – це метод термохімічного оброблення поверхні металів, заснований на дифузійному насиченні поверхневого шару атомами бору з утворенням твердих боридних фаз. Такі шари суттєво підвищують зносостійкість, твердість і корозійну стійкість матеріалу, що робить борування ефективним рішенням для деталей, які працюють в умовах інтенсивного тертя та зношування. Оброблення зазвичай проводиться у температурному діапазоні 700–1000 °C у твердому, рідкому або газоподібному середовищі. Поверхнева твердість борованих сталей досягає 1650–2000 HV, забезпечуючи високий рівень зносостійкості [1].

Метод борування застосовується для широкого спектра феромагнітних матеріалів: конструкційних і литих сталей, технічного заліза, сірого та високоміцного чавуну, а також спечених порошкових сплавів на основі заліза. Також технологія придатна для оброблення деяких кольорових металів і сплавів, зокрема на основі титану, кобальту, нікелю, молібдену та твердих сплавів. Крім високої твердості й зносостійкості, боридні шари демонструють добру корозійну стійкість у агресивних середовищах. Наприклад, боровані аустенітні нержавіючі сталі мають високу стійкість до дії хлоридовмісних кислот, зокрема HCl, що дозволяє їх використання в умовах хімічного виробництва. Проте боридні фази є крихкими, тому їх застосування обмежується в умовах динамічних або ударних навантажень [2].

У цій роботі досліджено кінетику росту боридного шару при порошковому боруванні середньовуглецевої сталі 45 в інтервалі температур 850–950 °C за різної тривалості оброблення. Встановлено, що підвищення температури з 850 до 950 °C забезпечує понад дворазове збільшення товщини боридного шару, що вказує на домінуючий вплив температури на дифузійні процеси.

На основі отриманих експериментальних даних побудовано математичну модель, яка дозволяє з високою точністю прогнозувати товщину боридного шару залежно від температури та тривалості насичення. Максимальне відхилення розрахункових значень від експериментальних результатів не перевищує 10%. Крім того, встановлено, що розподіл мікротвердості по перерізу боридного шару є стабільним і практично не залежить від змін основних технологічних параметрів, що свідчить про його структурну однорідність на основі сталі з середнім вмістом вуглецю.

Література:

1. Mittemeijer Eric J., Somers Marcel A.J. Thermochemical Surface Engineering of Steels. Woodhead Publishing, 2015. – 827 p.

KINETICS OF BORIDE LAYER GROWTH ON HIGH-CARBON STEEL

Barmin O.Ye., Hryhorieva S.V.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

The development of functional surface layers with superior mechanical, technological, and application-specific properties represents a critical objective in modern materials engineering. This necessitates the continuous optimization of existing surface engineering processes and the formulation of advanced treatment methods to enhance the operational performance of metallic substrates, particularly in terms of wear resistance and thermal stability [1].

Thermochemical treatment (TCT) remains one of the most effective methodologies for modifying surface characteristics through the formation of protective compound layers. Among TCT techniques, boronizing has emerged as a particularly promising process, involving the diffusion of boron into the steel surface to form hard boride phases. These boride layers are distinguished by their exceptional hardness, thermal stability, and resistance to abrasive and adhesive wear [2, 3].

This study systematically examines the effect of boronizing parameters on the growth kinetics of boride layers in U8 high-carbon steel. Metallographic and mechanical evaluations were performed on specimens subjected to diffusion boronizing under varying thermal and temporal regimes.

The experimental protocol comprised pack boronizing of U8 steel in a muffle furnace at process temperatures of 850, 900, and 950 °C with exposure durations of 4, 6, and 8 hours. A powder-based boronizing medium was employed to facilitate boron diffusion into the substrate [4].

Microstructural analysis revealed a tripartite morphology consisting of an outer FeB/Fe_2B boride layer, an underlying diffusion zone, and the core matrix. The boride layer exhibited a sawtooth interface profile, whose depth and intensity were found to be highly sensitive to boronizing conditions.

Quantitative measurements indicated that both increasing temperature and prolonging treatment time contributed to significant thickening of the boride layer. Temperature was identified as the primary kinetic driver, exerting the most pronounced influence on boron penetration depth, with higher thermal inputs yielding over a twofold increase in layer thickness.

Reference:

1. Mittemeijer Eric J., Somers Marcel A.J. Thermochemical Surface Engineering of Steels. Woodhead Publishing, 2015. – 827 p.

2. Kulka, M. Trends in Physical Techniques of Boriding. In: Current Trends in Boriding. Engineering Materials // Springer. –2019. – p. 99 – 253.

3. Hunger, Hans-Joerg & Trute, G. Boronizing to produce wear-resistant surface layers. Heat Treatment of Metals, 1994. V.21. p. 31-39.

4. Hryhorieva S. V. Vplyv parametriv boruvannia na kinetyku rostu borydnykh shariv na vuhletsevii stali / S. V. Hryhorieva, O. Ye. Barmin // Informatsiini tekhnolohii: nauka, tekhnika, tekhnolohiia, osvita, zdorovia: tezy dopovidei KhXKhII mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii MicroCAD-2024 / za red. prof. Sokola Ye.I. – Kharkiv: NTU «KhPI». – 1665 s.

ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ВПЛИВУ ТИТАНУ НА УДАРНУ В'ЯЗКІСТЬ ДОЕВТЕКТИЧНОГО ЗНОСОСТІЙКОГО ЧАВУНУ

Барсук А. С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Об'єктом дослідження був зносостійкий чавун, що застосовується для деталей з експлуатаційними вимогами, умовами інтенсивного тертя і ударних навантажень. Вирішувалась проблема отримання чавуну із заданими показниками зносостійкості та механічних властивостей. Зазвичай вона вирішується шляхом вибору найкращих варіантів легування, але зважаючи на різноманітність існуючих варіантів, пошуки в цьому напрямку мають бути продовжені. Тому метою дослідження була побудова математичної моделі впливу титану за різного вмісту вуглецю та вуглецевого еквіваленту та ударну в'язкість зносостійкого чавуну. Це дасть можливість визначити раціональні варіанти легування та оцінити можливість комбінованого легування з точки зору забезпечення заданої ударної в'язкості та її доцільності.

Побудовано математичну модель, що дозволяє виявити закономірності поведінки ударної в'язкості зносостійкого чавуну залежно від вмісту вуглецю та вуглецевого еквівалента за різного рівня легування титаном:

$$\begin{aligned} a_n = {} & 0.863 - 1.15\frac{C-2.775}{0.565} + 1.206\frac{C_{eq}-3.183}{0.644} - 0.066\frac{Ti-1.61}{1.33} + \\ & + 2.946\left(\frac{C-2.775}{0.565}\right)^2 + 2.455\left(\frac{C_{eq}-3.183}{0.644}\right)^2 + 0.039\left(\frac{Ti-1.61}{1.33}\right)^2 - \\ & - 5.536\left(\frac{C-2.775}{0.565}\right)\left(\frac{C_{eq}-3.183}{0.644}\right) + 0.137\left(\frac{C-2.775}{0.565}\right)\left(\frac{Ti-1.61}{1.33}\right) + \\ & + 0.073\left(\frac{C_{eq}-3.183}{0.644}\right)\left(\frac{Ti-1.61}{1.33}\right). \end{aligned} \quad (1)$$

Отримані результати у вигляді виявленої закономірності впливу можуть бути використані в промислових умовах при виплавці чавуну для деталей, що зазнають в процесі експлуатації тертя і ударні навантаження.

Література:

1. Kharchenko, S., Barsuk, A., Karimova, N., Nanka, A., Pelypenko, Y., Shevtsov, V., Morozov, I., Morozov, V. (2021). Mathematical model of the mechanical properties of Ti-alloyed hypoeutectic cast iron for mixer blades. EUREKA: Physics and Engineering, 3, 99–110.

2. Barsuk, A. (2022). Optimization of the composition of cast iron for cast parts operating under abrasive friction, according to the criterion of maximum wear resistance. ScienceRise, 6, 14–20.

ПИТАННЯ, ЩОДО ЗВАРЮВАННЯ СТАЛІ МАРКИ 10ХСНД

Беда Д.О., Маршуба В.П.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Розвиток шляхо-будівельної техніки в сучасної Україні та закордоном, до переліку якої відносять екскаватори, пов'язаний з поліпшенням якості сталевого прокату. У вітчизняному машинобудуванні по виробництву техніки найчастіше застосовують сталь 10ХСНД. В основу цієї сталі складають такі елементи, як вуглець, кремній, марганець, хром, нікель, мідь. Для них оптимізовані режими, технологія зварювання та розроблені зварювальні матеріали, які забезпечують необхідні властивості зварних з'єднань.

Досить широко для будівельної техніки застосовується інші сталі 09Г2С (ГОСТ 19281-89). Сучасні вимоги до матеріалів, що використовують для металоконструкцій будівельної техніки, відповідають сталі наступного покоління – високоміцні, економно-леговані сталі 06ГБД, 06Г2Б (С355-490, ТУ У 27.1-05416923-085:2006), 09Г2С102-32 та інші. Від застосовуються у вітчизняних металоконструкціях так, як сталі відрізняються економним легуванням, високою надійністю, холодостійкістю, гарною зварюваністю. Однак у практиці вітчизняного машинобудування з виготовлення важкої будівельної техніки переважно використовують низьколеговані сталі з межею плинності до 350 МПа.

Сталь 10ХСНД класу міцності 390 забезпечує високі властивості по міцності при значному легуванні дефіцитними хромом і нікелем. Нормативним документом ГОСТ 19281 гарантується ударна в'язкість сталі 10ХСНД (KCV) не нижче 40 Дж/см^2 тільки при температурах 0 і –20 °С.

Листовий прокат 09Г2С класу міцності С345 має нижчі значення межі плинності та тимчасового опору порівняно зі сталлю 10ХСНД. Ударна в'язкість прокату на зразках з гострим надрізом KCV нормується стандартом ГОСТ 19281 не нижче 40 Дж/см^2 (температура випробування 0…–20 °С).

Головною відмінністю 10ХСНДА є наявність у її складі сильних карбідоутворюючих елементів ванадію та ніобію, що дозволило одночасно підвищити міцність та властивостей за механізмом дисперсійного твердіння й пластичність, що отримана шляхом подрібнення кінцевої феритно-перлітної структури. Для підвищення технічних характеристик, на прикладі міцності, дозволило зменшити вміст елементів: хрому, вуглецю, нікелю, що зміцнюють сталь за механізмом отримання твердого розчину. Для зниження появи гарячих тріщини при зварюванні, застосовували вплив магнітного поля на зварювальну ванну, контуром на формування з'єднання при зварюванні без опори. Нормалізація з відпусткою після виконання з'єднання, а також багатошарове заповнення зварного шва, що запобігає окрихтуванню при низьких температурах, за винятком зони сплавлення останнього проходу, де зберігається підвищена чутливість до удару при низьких температурах.

ПИТАННЯ, ЩОДО ЗВАРЮВАННЯ МАРКИ СТАЛИ 09Г2С

Беда Д.О., Маршуба В.П.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

При зварюванні листового металу різної товщини, що використовують при виготовленні елементів стріл важкої будівельної техніки, переважно застосовується, як однопрохідне зварювання з примусовим формуванням, так і багатопрохідне дугове (зварювання під флюсом та середовищі захисних газів).

Однопрохідні способи відрізняються продуктивністю, але часто не забезпечують необхідний рівень механічних властивостей зварного з'єднання внаслідок перегріву металу шва та навколо шовної зони.

Багато-прохідні способи дозволяють отримати більш високий рівень механічних властивостей зварного з'єднання, але за рахунок суттєвого зниження продуктивності процесу. При цьому осталась досить велика ймовірність утворення дефектів – шлакових включень та не сплавлення у зварювальному шві.

Останнім часом набули розвитку інші способи зварювання, наприклад у вузький зазор листового металу середньої товщини. Однак з'явилась необхідність точного введення дроту електродного у глибокий та вузький зазор, що значно посилює вимоги до обладнання для зварки, а також ускладнює техніку.

Окрім наведених вище прикладів використання технологій для зварювання листового металу, багато дослідників пропонували також технічні рішення, в яких електродний метал у вигляді пластин вводили в стик до зварювання. Такий прийом на відміну загальноприйнятого має певні переваги в плані зменшення зазору, спрощення обладнання та техніки зварювання.

У патенті США запропоновано виконувати автоматичне електродугове зварювання стикових з'єднань великої товщини без обробки кромок з використанням введеного у стик шва пластинчастого електрода, товщина якого становить 2,4...7,9 мм, а ширина приблизно дорівнює товщині листів, що зварюються. Процес виконують у вертикальному положенні знизу догори. Пластинчастий електрод має тонкий перетин (0,25...1,25 мм) керамічне покриття є діелектриком. Для отримання шва, що відповідає розмірам деталі, довжина електрода повинна бути на 10...25 % більше стику, що зварюється, а його подачу необхідно здійснювати в процесі виконання шва. Щоб перешкодити витіканню рідкого металу при зварюванні, стик з обох боків закривається водо-охолоджуваними мідними черевиками. Покриття на пластинчастий електрод пропонується наносити шляхом занурення, напилення або замись нього використовувати склотканину. Хоча запропоновані способи з тих чи інших причин не знайшли промислового застосування, на наш погляд, у всіх них міститься раціональне зерно – використання плоского електрода. Для зниження появи гарячих тріщині у зварному шві потрібно застосовували вплив магнітного поля у ванну, за рахунок контуру на формування з'єднання при зварюванні без опори.

BORON-ALUMINIZING OF LOW-CARBON STEEL: MICROSTRUCTURE AND PROPERTIES OF THE DIFFUSION LAYER

Bondarenko M.V., Zozulya E.V.
National Technical University
"Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv, Ukraine

Nowadays, despite the development of numerous novel materials, especially non-metallic ones, steels remain among the most essential and widely used structural materials. Various techniques are employed to enhance their service performance. One well-established thermochemical treatment method is boron-aluminizing, a process involving the simultaneous or sequential diffusion saturation of metal and alloy surfaces with boron and aluminium.

As with other thermochemical treatments, the performance characteristics after boron-aluminizing are primarily determined by the hardness, depth, and structure of the diffusion layer, as well as by the structure and hardness of the base metal and transition zone.

This study aims to improve the mechanical performance of low-carbon steels by forming a multiphase surface layer through the simultaneous diffusion of boron and aluminium.

The research was conducted on samples of steel 20 (DSTU 7809:2015, equivalent to AISI 1020). Boron-aluminizing was carried out using a paste containing boron carbide, sodium hexafluoroaluminate, sodium fluoride, and aluminium powder. The samples were treated in a box furnace at 950°C and 1000°C for 1 hour.

Optical microscopy and X-ray diffraction (XRD) were used to examine the microstructure and phase composition of the formed layers. The diffusion layers consisted of large conical complex borides oriented into the steel substrate. Beneath this boride layer, a transition zone formed, enriched with interstitially dissolved carbon, boron, and aluminium. The core retained a ferrite–pearlite structure.

An increase in treatment temperature led to an increase in the layer thickness (up to 49 μm) and a reduction in the width of the transition zone. Varying the aluminium content in the paste from 5% to 30% led to an average 35% decrease in layer microhardness. The maximum measured microhardness of the boron-aluminized layer reached 1700 HV0.05.

These findings demonstrate the potential of boron-aluminizing for enhancing the wear resistance of structural components exposed to frictional and surface stresses.

STUDY OF THE INFLUENCE OF LIQUID HARDENERS ON THE PROPERTIES OF COLD-HARDENING MIXTURES

Berlizieva T.V., Ponomarenko O.I., Kuznichenko V., Li Jingtao, Yang Wenjie
National Technical University
"Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv, Ukraine

One of the disadvantages of the CHM based on liquid glass (LG), which usually contain 6 ... 7% LG, is the formation of low-melting silicates at temperatures above 700°C which leads to sintering of the mixtures during subsequent cooling of the casting and, consequently, to an increase in the residual strength of the forms and cores, and a deterioration in their knockout. Due to the strong adhesion of liquid glass films to the surface of sand grains, the regeneration of these mixtures is also difficult [1].

Therefore, the development of new liquid hardeners for CHM which would improve the knockout of forms and cores, make it possible to abandon the CO_2 process and thereby simplify the technological process, is a pressing task for foundry production.

The aim of the research is to establish the possibility of using binders based on liquid glass with the use of cyclocarbonates (CC) based on raw materials of plant origin in foundry production [2].

For this purpose, experiments were conducted to determine the main properties of the mixture, such as compressive strength, durability, crumbling, and knockout.

As a hardener for cold-hardening mixtures on liquid glass, CC based on raw materials of plant origin was used. The amount of hardener varied in the range from 0.35 to 3% of the sand mass [3].

As a result of the experiments it was established that:

1) CC can be used as a hardener for liquid glass mixtures;

2) A hardener based on plant-based raw materials is an environmentally safe material, because when pouring metal into a mold, it decomposes and releases water vapor and CO_2 into the environment as a result of thermochemical destruction.

3) The optimal amount of CC in the mixture is 0.4% of the sand mass. With this amount, the best strength and chewability indicators are achieved. At the same time, the crumbling of the mixture is reduced by 1.5 times, and the knockout is improved by 2.5 times.

Reference:

1. Lyuty, R. V., Houri, I. M.: Molding materials. KPI them. Sikorsky, Kiev (2020)

2. Golofaev, A. N., Laguta, V. I., Khinchakov, G. V. Technology of a casting mold. VNU Publishing House, Lugansk (2001)

3. Lysenko, T. V. Yasyukov, V. V., Prokopovich, I. V.: Casting shaping control concept. Ecology, Odessa (2019).

STUDY OF THE CONDITIONS FOR THE FORMATION OF A TRANSITIONAL SUB-SURFACE LAYER UNDER THERMAL DEFORMATION OF STEEL

Volkov O., Kraievska Zh., Babanina N., Khronin S.
National Technical University
"Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv, Ukraine

For modern industry today, it is important to introduce new alternative processing methods that allow materials to develop enhanced performance properties. Such advanced methods of surface hardening, where thermal deformation effects are realized, involve exposure of the surface to highly concentrated energy sources. In this case, relatively small volumes of metal are exposed to concentrated high-intensity energy flows with high heating rates, followed by rapid cooling of the material During processing, high contact temperatures and stresses occur. It should be noted that the intensity of the heat flux depends on the characteristics of the tool - the hardening disk. Specifically, its shape, working surface dimensions, physical and mechanical properties, etc. affect it [1. 2]. Friction, as a source of energy, allows for rapid heating of the treated surfaces. Combined with deformation, this allows materials to develop higher-level properties. Part of the heat generated during surface treatment also affects the subsurface layer. This effect differs from the surface effect on the material being processed. Structural transformations occur in the subsurface layer, which are characterized by processes of partial weakening of the material while the surface is strengthened. In this regard, it is relevant to study the conditions for the formation of a transitional subsurface layer under thermal deformation effects on steel. It is emphasized that with an increase in the friction force, the amount of heat released in the contact zone increases. It should be borne in mind that there are certain differences for different materials, both in processing and in structure formation. This study involved taking into account a number of factors that, when interacting with each other, can significantly affect the result of structure formation. Such studies are relevant and have applied value based on the requirements of modern industry.

Reference:

1. Volkov O.O., Pogribnyi M.A., Sizyi Y.A., Kulyk G.G. Investigation of the role of thermal phenomena in the formation of structures and properties of steels of different grades during hardening by the TFE method. Bulletin of the National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute". Kharkiv: NTU "KHPI", 2010. Vol. 40. C. 17-24

2. Volkov O.A., Study of heat deformation influence in surface strain hardening of steel by thermofriction processing, Eastern-European journal of enterprise technologies. 25 (80) (2016) 38–44.

INFLUENCE OF TOOL SHAPE ON THE ABILITY OF ALLOYS TO BE WELDED BY FRICTION STIR WELDING AND HARDENING

Volkov O., Subbotina V., Kolupaiev I., Jiang Di,
Ge Xiaole, Kraievska Zh.
National Technical University
"Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv, Ukraine

The shape of the tool used for friction welding or hardening processes is an important factor in the development of a technological process for a particular type of machining. This is due to the purpose of the frictional impact in each specific technological case. This takes into account the physical, technological and other properties of the materials, as well as the nature of their interaction with each other and with the tool to be used during machining.

Plastic materials, such as copper, aluminum and alloys based on them, can change during friction stir welding (FSW). The work hardening effect can also occur in iron, which also has a fairly high ductility, but the technological aspects for each material may differ. The structural changes that can occur during processing [1] determine the behavior of materials when they are joined or strengthened and depend on the processing modes. Under certain technological conditions, the formation of nanostructures in the processed materials is possible [2]. Obtaining reliable welds with high strength during friction stir welding (FSW) has limitations in the thickness of the joints. Accordingly, one of the technological tasks is to increase the thickness of permanent joints that can be obtained by friction stir welding (FSW) while maintaining the quality and mechanical characteristics of such joints compared to similar but thin ones. This issue can be solved by using a tool whose material and working part shape are designed with consideration of plasticity, toughness, thermal conductivity, adhesion and a number of other characteristics that affect the ability to join and strengthen materials.

Reference:

1. 1. Волков О. О. Вплив теплофізичних характеристик матеріалів на ефективність процесів з фрикційною складовою / О. О. Волков, В. В. Субботіна, І. М. Колупаєв, Ж. В. Краєвська, Jiang Di, Ge Xiaole // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXXI міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2023, 17-20 травня 2023 р. / за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків: НТУ «ХПІ». – С. 283

2. Volkov O.A., Study of heat deformation influence in surface strain hardening of steel by thermofriction processing, Eastern-European journal of enterprise technologies. 25 (80) (2016) 38–44.

ФОРМУВАННЯ ОБ’ЄКТІВ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ НА ОСНОВІ РЕЗУЛЬТАТІВ ПАТЕНТНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Волков С.В., Кравцова І.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Патентні дослідження є ключовим етапом науково-технічної діяльності, який дозволяє виявити рівень новизни, тенденції розвитку техніки та науково-технічні рішення, що вже мають правову охорону. На основі їх результатів формується стратегія створення промислових об'єктів інтелектуальної власності, зокрема винаходів, корисних моделей та промислових зразків.

Аналіз української патентної бази на сайті УкрНОІВІ [1] показав, що протягом останніх п’яти років кількість поданих заявок на патенти у галузі обробки металів тиском (код МПК B21) зросла, що свідчить про підвищення активності винахідників у 2023 році, та деякому спаді у 2024 році. На рис.1 представлено динаміку подання патентних заявок у період 2020–2024 років.



Рис. 1 – Динаміка поданих патентних заявок у 2020–2024 рр.

Отримані дані патентних досліджень дозволяють отримати інформацію про актуальні тренди в галузі, про напрямки інтелектуальної активності конкурентів, оптимізувати напрямки наукових розробок та обґрунтувати доцільність подання заявки на об’єкт інтелектуальної власності. Таким чином, результати патентних досліджень виступають важливою підставою для ефективного формування та захисту інтелектуальних активів.

Література:

1. Сайт УкрНОІВІ. - URL: https://ukrpatent.org/uk

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ЛИВАРНИХ ФОРМ

Воробйов М.М., Пономаренко О.І., Берлізєва Т.В., Чжан Цзяньґуан
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В даний час існує багато підприємств по виробництву литва, на яких процес виготовлення ливарної форми ще не механізований. В умовах індивідуального та дрібносерійного виробництва вимоги до властивостей формувальних сумішей постійно зростають. Властивості ливарної форми визначають якість виливків. У зв'язку з цим вивчення матеріалів, що використовуються для приготування формувальних та стрижневих сумішей, а також розуміння теорії формування їх властивостей є основою правильного проектування ливарної технології та забезпечення високої якості литих деталей. В даний час існує багато процесів виготовлення форм та стрижнів, але для кожного підприємства необхідно розробити власну математичну модель, використання якої дозволяє отримати якісні форми з високими фізико-механічними та технологічними властивостями. Тому розробка та застосування складів холоднотвердіючих сумішей для ливарних форм із збереженням показників їх основних фізико-механічних та технологічних властивостей, розробка технології їх приготування є актуальним завданням ливарного виробництва. Метою досліджень є покращення якості ливарної форми за рахунок покращення фізико-механічних властивостей формувальних сумішей по Alpha-set-процесу [1]. Для встановлення закономірностей взаємодії зв'язуючого на основі фенолоформальдегідної смоли марки JF-103 M, затверджувача HQG 20 і кварцовим піском марки ПК-070-3 було проведено активний запланований експеримент. При проведенні даного експерименту вміст смоли варіювався від 1% до 3%, а затверджувача – від 0,5% до 1,5%. Перевірка отриманих математичних моделей на значущість коефіцієнтів та адекватність проводилася за допомогою критерію Стьюдента та критерію Фішера. При аналізі отриманих даних можна відзначити наступне: вплив варіюванні факторів на параметри оптимізації відповідає теоретичним уявленням про формування властивостей суміші при її приготуванні. Міцність на стиск, розрив та вигін збільшується зі збільшенням кількості смоли і збільшенням затверджувача. Обсипальність сумішей зменшується із збільшенням вмісту смоли та затверджувача. Живучість суміші зменшується зі збільшенням змісту смоли та зростає зі збільшенням кількості затверджувача.

Література:

1. OI Ponomarenko, SD Yevtushenko, NS Yevtushenko, TV Berlizieva, MM Vorobiov. Robust methods for controlling casting processes and the quality of castings. /4th International Conference on Sustainable Futures: Environmental, Technological, Social and Economic Matters (ICSF-2023) 22/05/2023 - 26/05/2023 Kryvyi Rih, Ukraine, 2023 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 1254 012007 DOI 10.1088/1755-1315/1254/1/012007.

PRODUCTION OF MODEL EQUIPMENT IN THE MODERN FOUNDRY

Havryhev V., Berlizieva T., Shevchenko I.
National Technical University
"Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

The main procurement base for mechanical engineering is foundry production. The technology of manufacturing castings using sand mixtures is currently dominant in foundry production.

The efficiency, cost-effectiveness of casting production and their quality largely depend on the properties and composition of molding mixtures. The properties of mixtures that meet the basic requirements of the technological process of manufacturing rods and molds are the main criterion for choosing mixtures of a certain composition.

The process of making molds and cores on a liquid glass binder is one of the progressive methods. Technologies for the production of molds and cores are used in many enterprises. Liquid glass is an inexpensive, accessible and non-toxic binder. Using liquid glass to make core and molding mixtures makes it possible to reduce the metal consumption of castings due to the production of thinner-walled products, to obtain stronger forms and to improve the quality of castings.

However, the main disadvantage of liquid glass technologies is poor knockout of castings from molds and cores from castings. The most difficult operation in terms of sanitary and hygienic aspects in the entire cycle of foundry production is the knockout process. It is accompanied by a high noise level and large heat, gas and dust emissions. Therefore, the implementation of the advantages of liquid glass mixtures is impossible without a significant improvement in their knockout.

Ways to improve knockout are the use of various LG modifiers and the introduction of strengthening additives into the mixture. The process of strengthening mixtures using these additives is carried out using thermal drying or blowing with CO_2, which requires additional equipment. The disadvantages of inorganic strengthening additives are that they reduce the initial strength of the mixtures and can accumulate in the mixture, thereby changing the quantitative ratio of its components.

The process of hardening mixtures on a liquid glass binder using ether hardeners is increasingly used in foundry production. When using ether hardeners, the quality of mixtures improves, the consumption of liquid glass decreases, the number of casting defects decreases, and the residual strength of cores and molds decreases. The use of cyclocarbonates as complex additives that regulate the strength properties of mixtures is one of the ways to improve the properties of cores and molds.

An urgent task of the foundry industry is the development and implementation of new complex additives for cold-hardening mixtures on vein glass, which allow increasing the strength of rods and molds at the stage of their preparation, while maintaining such properties of mixtures as friability, durability and also contribute to strengthening after pouring with metal and their cooling.

ОСОБЛИВОСТІ ПОШКОДЖУВАНОСТІ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ ПАРОПРОВОДІВ

Дмитрик В.В., Білий М.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Пошкоджуваність зварних з'єднань паропроводів, що зумовлена їх структурно-фазовим станом і розвивається за механізмом повзучості, відчутно доповнюється експлуатаційними причинами. Такими причинами є незадовільний стан опорно-підвісної системи, затиснення окремих ділянок траси, наявність нестаціонарних режимів, пуски-зупинки, нічне розвантаження, розхолодження, вібрація паропроводів, аварійний викид пару та ін. Усвідомлювали, що на пошкоджуваність зварних з'єднань, які довготривало працюють в умовах повзучості і втоми, впливає комплекс причин: експлуатаційних, конструкційних і технологічних, а також структурно-фазовий стан. Після напрацювання зварних з'єднань понад 280 тис. год основною причиною пошкоджуваності є структурно-фазовий стан, а інші причини надаються як допоміжні. Проте допоміжні причини можуть спричиняти значний вплив на пошкоджуваність, особливо при наявності структурного стану, який зазнав відчутних змін. Наприклад, коли до структури зварних з'єднань, як складова, входить понад 10 % ферито-карбідної суміші. Пошкоджуваність зварних з'єднань за механізмом повзучості додатково підсилюється підвищеними статичними або динамічними навантаженнями і характеризується наявністю тріщин повзучості. Такі тріщини розвиваються із зовнішньої сторони поверхні зварних з'єднань в глибину їх основного металу переважно по ділянці неповної перекристалізації зони термічного впливу (ЗТВ). Наведені тріщини можуть утворюватися в зварних з'єднаннях зі сталей 15Х1М1Ф і 12Х1МФ. Наприклад, утворення тріщини повзучості відбулося у стиковому зварному з'єднанні паропроводу Ø 273 х 36 мм із сталі 12Х1МФ після його напрацювання 236 тис. год при температурі 545−565 °С і тиску 25,5 МПа. Близьке за механізмом руйнування зварного з'єднання паропроводу Ø 133 х 17 мм зі сталі 12Х1МФ відбулося після його напрацювання 270 тис. год (Литовська ГРЕС).

Таким чином при дослідженні механізмів пошкоджуваності зварних з'єднань слід враховувати всі причини, що впливають на його проходження, тобто, як основну причину так і допоміжні причини.

ПІДВИЩЕННЯ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ РОТОРІВ ТУРБІН АЕС

Дмитрик В.В., Чень Сіньлей
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Ротори парових турбін відносяться до найбільш навантажених вузлів обладнання АЕС. І тому технології їх виготовлення повинні відповідати критеріям високого рівня. Останнім часом ротори виготовляють у вигляді зварних конструкцій зі сталі 25Х2НМФА. Відомо, що зварні з'єднання роторів характеризуються наявністю структурної, хімічної і механічної неоднорідності, повністю попередити утворення якої не надається можливим. Водночас необхідно зменшити таку неоднорідність до відповідно низького рівня. Саме неоднорідність сприяє пошкоджуваності роторів в процесі їх роботи.

В більшості турбін, потужність яких від 30 до 750 МВт (наприклад турбіна К-750-65/3000), частота обертів ротора (об/хв) складає 3 000, а в турбіні К-210-4,0, частота обертання ротора складає 3 600 об/хв. Відповідно збільшується навантаження на ротор. І тому вимоги до виготовлення якісних зварних з'єднань є нагальною необхідністю.

Для отримання зварних з'єднань роторів виконували моделювання температурного режиму їх виготовлення. Теплову задачу вперше вирішували як спряжену. Для рідкої фази − розплаву ванни вирішували задачу в умовах теплопровідності Нав'є-Стокса, а для твердої фази в умовах теплопровідності Фур'є. Відповідно задавали початкові і граничні умови. Вирішення теплової задачі забезпечило обґрунтування умов для формування якісної вихідної структури зварних з'єднань. Таким чином надалось можливим попередити формування структур, що утворюються при зварюванні за штатними технологіями. Так, за штатними технологіями, на ділянках сплавлення, перегрівання і нормалізації зони термічного впливу (ЗТВ) утворюються крупні аустенітні зерна. Їх бал складає 3−5 (ДСТУ 8972:2019). Оптимізація параметрів режиму зварювання дозволяє зменшити терміни перебувань наведених ділянок вище критичної точки Ac3. Таким чином отримали бал 7−9, що забезпечило підвищення фізико-механічних властивостей ділянки перегрівання ЗТВ. На ділянці неповної пере-кристалізації ЗТВ, яка зазнає зазнає зварювального нагрівання вище Ac1 і нижче Ac3, частково утворюється аустеніт, який при перекристалізації, залежно від швидкості охолодження, переходить в перліт, сорбіт або тростит. Встановили, що саме наявність сорбіту і троститу значно підвищує вихідні властивості металу зварних з'єднань.

Для дослідження структури і визначення властивостей із зварних з'єднань вирізали відповідні зразки. Встановили, що підвищення якісних характеристик металу зварних з'єднань, відповідно забезпечує підвищення фізико-механічних властивостей майже на 10−15 %.

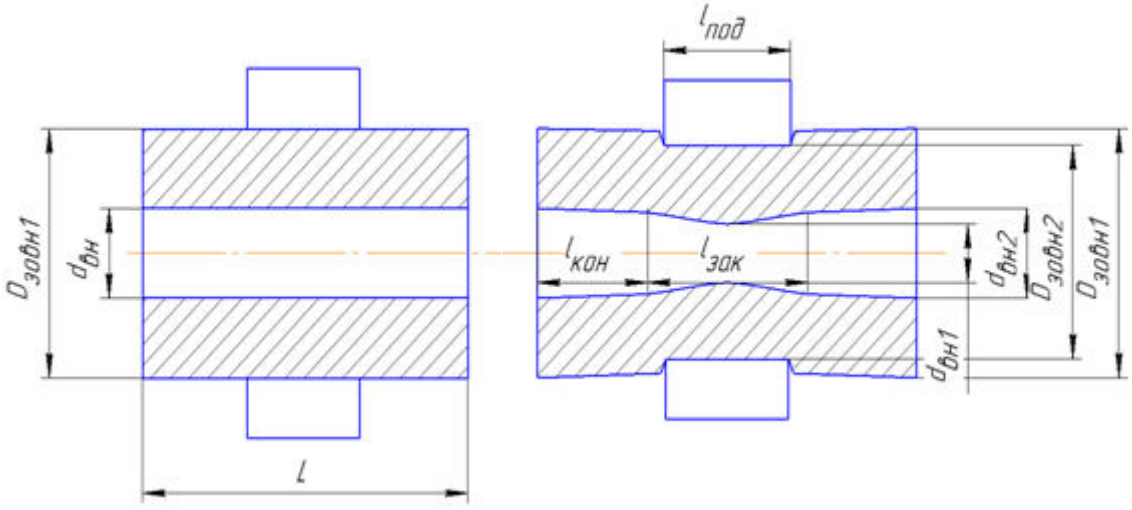
ДОСЛІДЖЕННЯ КУВАННЯ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ЗАГОТОВКИ З ОТВОРОМ З ВИКОРИСТАННЯМ ПЛОСКОГО ДЕФОРМУЮЧОГО ІНСТРУМЕНТУ

Дуванський О.М., Чухліб В.Л.
Національний технічний університет «ХПІ», м Харків

На сьогоднішній день дослідження перерозподілу металу при куванні циліндричної заготовки з отвором є актуальною темою, оскільки отримання поковки максимально наближеною до форми готової деталі забезпечує економію метала при виробництві поковок. В цьому напрямку є досить багато досліджень (зокрема у роботах [1,2]), але для кування запірною арматури з заковуванням тільки частини заготовки вивчення цього процесу залишається актуальним.

Мета даного дослідження полягала у вивченні впливу початкових параметрів кування на течію металу.

На рис.1 показана зміна розмірів під час процесу деформування, а також наведені геометричні параметри заготовки та отриманої поковки і представлена зміна геометричних параметрів заготовки, що характеризують течію металу.



а) б)

Рисунок 1 – Геометричні параметри заготовки (а) та поковки (б)

Висновок. В даному дослідженні було виявлено вплив початкових параметрів кування на кінцеву геометрію поковки і визначений вплив початкових параметрів заготовки на заковування внутрішнього діаметру поковки.

Література:

1.Спосіб виготовлення поковок із отвором : пат. 68991 Україна : B21J 1/04. № u 2011 05861 ; заявл. 10.05.2011 ; опубл. 25.10.2011, Бюл.№ 20. 2 с.

2. Способи підвищення якості кування поковок високолегованих марок сталей та сплавів на гідропресах / А. Ю. Матюхін [та ін.] // Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Сер.: Інноваційні технології та обладнання обробки матеріалів у машинобудуванні та металургії = Innovative technologies and equipment handling materials in mechanical engineering and metallurgy: зб. наук. пр. – Харків : НТУ "ХПІ", 2019. – № 12 (1337). – С. 36-40.

МЕТОДИ ОТРИМАННЯ ВИЛИВКІВ ВИСОКОЇ ЯКОСТІ

Євтушенко С.Д., Акімов О.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Якість виливків визначається їх механічними властивостями, щільністю, відсутністю дефектів та точністю розмірів. Для отримання високоякісних виливків застосовуються різні технології, включаючи лиття в кокіль, в оболонкові форми, за моделями, що виплавляються, під тиском і з кристалізацією під тиском [1]. Кожен метод має свої особливості, але найбільшу увагу приділяється прогресивним методам, які забезпечують покращені характеристики металу. Один із ключових факторів у формуванні структури виливки – це процес кристалізації. Управління швидкістю охолодження та спрямованістю кристалізації дозволяє уникнути усадкових раковин, тріщин та пористості. Застосування тиску в процесі твердіння металу дозволяє додатково впливати на структуру та щільність матеріалу. Лиття з кристалізацією під тиском є процесом, при якому на розплавлений метал під час його затвердіння виявляється зовнішній тиск [2]. Це сприяє більш щільному укладання атомів, поліпшенню структури та усунення внутрішніх дефектів. Однією з головних переваг методу є отримання виливків з високою щільністю. Тиск сприяє видавлюванню газів і запобігає утворенню усадкових порожнин. Завдяки цьому структура металу стає більш однорідною, а механічні властивості – стабільними та високими. Виливки, отримані з кристалізацією під тиском, відрізняються підвищеною міцністю, ударною в'язкістю та зносостійкістю [3]. Ці властивості особливо важливі при виготовленні відповідальних деталей, що працюють в умовах високих навантажень та агресивних середовищ. Лиття з кристалізацією під тиском знаходить широке застосування в аерокосмічній, автомобільній та енергетичній галузях. Завдяки високим показникам якості та технологічної гнучкості метод вважається перспективним напрямом у розвитку ливарного виробництва, особливо при виготовленні критично важливих деталей.

Література:

1. Євтушенко Н. С. Використання 3D-технологій для вдосконалення процесу лиття / Євтушенко Н. С., Пономаренко О. І., Масалітіна О. В. // Неметалеві вкраплення і гази у ливарних сплавах : зб. тез 17-ї Міжнар. наук.-техн. конф., 26-27 листопада 2024р. – Запоріжжя, 2025. – С. 122-124.

2. Вплив величини тиску на якість відливок при кристалізації під тиском / Євтушенко С. Д., Акімов О. В., Євтушенко Н. С., Пономаренко О. І. // Неметалеві вкраплення і гази у ливарних сплавах : зб. тез 17-ї Міжнар. наук.-техн. конф., 26-27 листопада 2024р. – Запоріжжя, 2025. – С. 119-122.

3. Євтушенко С. Д. Методика вибору технології виготовлення виливків / С. Д. Євтушенко, О. І. Пономаренко, Н. С. Євтушенко // IX міжнародна науково-технічна конференція «Перспективні технології, матеріали й обладнання в ливарному виробництві» /– Краматорськ : ДДМА, 2023. – С. 49-51.

МОДЕЛЮВАННЯ ТА СИНХРОНІЗАЦІЯ ПІДСИСТЕМ ЛИВАРНОГО ВИРОБНИЦТВА

Євтушенко Н.С., Джанік'ян А.А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Ливарний цех являє собою складну інженерно-виробничу систему, де досягнення високої ефективності залежить від злагодженої роботи численних підсистем, технологічного обладнання та органів управління [1].

Метою цього дослідження є розробка механізму узгодження дій цих підсистем з урахуванням особливостей виробничої структури, вимог до якості продукції, стану техніки та ефективності її обслуговування.

Для цього використовується інтегрований підхід, який поєднує теорії агрегатів, масового обслуговування та методи імітаційного моделювання, що дозволяє створити математичну модель для оптимізації роботи ливарного цеху. Імітаційна модель ливарного цеху розглядає виробничий процес як сукупність взаємодіючих технологічних агрегатів, кожен з яких виконує конкретну операцію.

Програма управління дозволяє синхронізувати дії агрегатів та адаптувати модель до змінних умов виробництва, забезпечуючи високий рівень ефективності [2]. Пріоритетність обробки заявок на розплавлений метал і прогнозування навантажень на агрегати дозволяє уникнути перевантаження та рівномірно розподіляти ресурси. Створена система моделювання не тільки підвищує продуктивність, але й дає змогу гнучко керувати виробничими потоками та підвищувати рівень автоматизації [3]. Імітаційні дослідження дозволяють оцінити вплив змін у виробничій структурі ще до їх впровадження, що допомагає зменшити ризики прийняття неефективних рішень. Окрім того, модель є корисним навчальним інструментом для інженерно-технічного персоналу, сприяючи кращому розумінню взаємозв'язків між підсистемами та формуванню навичок оперативного прийняття рішень у складних виробничих ситуаціях.

Література:

1. Євтушенко Н. С. Використання 3D-технологій для вдосконалення процесу лиття / Євтушенко Н. С., Пономаренко О. І., Масалітіна О. В. // Неметалеві вкраплення і гази у ливарних сплавах : зб. тез 17-ї Міжнар. наук.-техн. конф., 26-27 листопада 2024р. – Запоріжжя, 2025. – С. 122-124.

2. Вплив величини тиску на якість відливок при кристалізації під тиском / Євтушенко С. Д., Акімов О. В., Євтушенко Н. С., Пономаренко О. І. // Неметалеві вкраплення і гази у ливарних сплавах : зб. тез 17-ї Міжнар. наук.-техн. конф., 26-27 листопада 2024р. – Запоріжжя, 2025. – С. 119-122.

3. Євтушенко С. Д. Методика вибору технології виготовлення виливків / С. Д. Євтушенко, О. І. Пономаренко, Н. С. Євтушенко // IX міжнародна науково-технічна конференція «Перспективні технології, матеріали й обладнання в ливарному виробництві» /– Краматорськ : ДДМА, 2023. – С. 49-51.

ЗАСТОСУВАННЯ СТАТИСТИЧНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ АНАЛІЗУ ВАРІАЦІЙ ПАРАМЕТРІВ ЛИВАРНИХ ПРОЦЕСІВ

Євтушенко Н.С., Пономаренко О.І., Василець В.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

З огляду на зростання вимог до якості ливарної продукції, важливим стає врахування стохастичних характеристик технологічних процесів. Коливання параметрів, спричинені як внутрішніми, так і зовнішніми чинниками, істотно впливають на стабільність та якість виливків [1]. Надійне управління якістю можливе лише за умови глибокого статистичного аналізу закономірностей розсіювання параметрів на всіх етапах виробництва – від формування до охолодження. Це зумовлює необхідність впровадження математичних методів теорії ймовірностей у системи контролю якості [2].Застосовуються універсальні системи функцій розподілу випадкових величин, зокрема розподіли Пірсона та Джонсона, які охоплюють широкий спектр емпіричних форм. Особлива увага приділена розподілу Джонсона типу Sb, який забезпечує точну апроксимацію реальних даних, зібраних у виробничих умовах. Чисельні експерименти довели його ефективність у моделюванні таких параметрів, як температура металу, швидкість заливання, міцність формувальної суміші та геометричні відхилення виливків. Статистична обробка проводилася з використанням методів найменших квадратів і максимального правдоподібності. Модель Джонсона Sb виявилася найбільш придатною для інтеграції в системи статистичного управління якістю (SPC), що відкриває шлях до автоматизованого контролю та зниження дефектності продукції [3].Окрім практичного застосування в межах окремих процесів, розглянуто можливість класифікації ливарного виробництва за ступенем стохастичності. Це дозволяє адаптувати стратегії керування до специфіки конкретного технологічного середовища. Розроблені підходи можуть бути включені до цифрових платформ, орієнтованих на предиктивну аналітику й адаптивне регулювання в режимі реального часу. Такий підхід є ключовим для реалізації концепцій розумного виробництва та індустрії 4.0.

Література:

1. Євтушенко Н. С. Використання 3D-технологій для вдосконалення процесу лиття / Євтушенко Н. С., Пономаренко О. І., Масалітіна О. В. // Неметалеві вкраплення і гази у ливарних сплавах : зб. тез 17-ї Міжнар. наук.-техн. конф., 26-27 листопада 2024р. – Запоріжжя, 2025. – С. 122-124.

2. O.Ponomarenko; N.Yevtushenko; O.Khoroshylov; S.Yevtushenko; T.Berlizeva; M. Vorobyov; I. Lukianov. Using an Object-Oriented Approach in Foundry Production. In: Cioboată, D.D. (eds) International Conference on Reliable Systems Engineering (ICoRSE) - 2023. ICoRSE 2023. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 762. Springer, Cham.

3. Євтушенко С.Д. Методика вибору технології виготовлення виливків / С.Д. Євтушенко, О.І. Пономаренко, Н.С. Євтушенко // IX міжнародна науково-технічнаконференція «Перспективні технології, матеріали й обладнання в ливарному виробництві» /– Краматорськ : ДДМА, 2023. – С. 49-51.

ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЯ ЛИТИХ ПОРШНІВ ДВЗ

Євтушенко С.Д., Севоян А.А., Пензєв П.С., Акімов О.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Питання теплоізоляції поршнів активно досліджується фахівцями кафедри ДВЗ НТУ "ХПІ". Основною метою є- знизити підведення тепла до стінок камери згоряння, підвищивши ефективність роботи двигуна.

Теплоізолюючі покриття застосовуються понад 30 років. Вони наносяться плазмовим, газоплазмовим чи електростатичним методом. Використовувані матеріали – оксиди та карбіди металів, пірокераміка. Найкращі властивості демонструють двоокис цирконію та окис алюмінію. Покриття знижують температуру поршня на 40-50 °С. Однак проблема відшаровування при термоциклюванні (особливо у алюмінієвих сплавів) обмежує їхнє масове застосування.

Більш надійний спосіб - використання жароміцних накладок (вставки зі сталі, титану, чавуну). Застосування таких елементів дозволяє керувати температурним режимом та підвищувати ККД ДВЗ. Однак це ускладнює конструкцію та збільшує масу поршня. Кафедрою «Ливарне виробництво» НТУ "ХПІ" випробовуються методи застосування теплоізолюючих вставок у процесі лиття, у тому числі з покриттям з кераміки та металевих сплавів. Розроблено поршні з мідними тепловодами та формами, що знижують напругу у місцях контакту, що зменшує нагрівання ДВЗ.

Теплоізоляція поршнів підвищує економічність ДВЗ за рахунок зменшення теплових втрат. Для помірно форсованих двигунів ефективні алюмінієві литі поршні із вставками, для потужніших – литі чавунні з теплоізоляцією днища. Наприклад, сталева пластина 1Х18Н9Т на поршні зі сплаву АК-4 дизельного двигуна Ч13/16 дозволяє підвищити температуру поршневої головки на 155-230 ºС при підвищенні температури вище першого кільця на 55 ºС.

Таким чином, теплоізоляція поршневої коронки дозволяє значно знизити втрати тепла, впливає на роботу поршня, підвищуючи його ефективність. Застосування теплоізоляційних вставок в алюмінієвих литих поршнях дозволяє використовувати їх при роботі в режимі помірного форсування. Однак використовувати їх в потужних форсованих двигунах неможливо, для них можна рекомендувати простий і надійний спосіб теплоізоляції поршня за рахунок вплавлення в його днище вставок з низько теплопровідних матеріалів.

СТУПІНЬ ЗМОЧУВАННЯ МЕТАЛІВ

Євтушенко С. Д., Севоян А. А., Пензєв П.С.,
Масалітіна О. В., Акімов О. В., Ян Веньцзє
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Ступінь змочуваності твердої вставки розплавом тісно пов'язана з температурою самої твердої заготовки і температурою розплаву. Сплави розтікаються при температурі, що лежить між солідусом і ліквідусом на діаграмі стану. Мінімальною температурою, при якій тверда вставка може бути змочена розплавом, можна вважати приблизно в 0,8 рази більше температури плавлення (для чистих металів) або солідусу (для сплавів) в першому наближенні.

Змочування твердої заготовки розплавом супроводжується:

1) розчинення металу твердої частини виливка в розплаві (дифузія твердих атомів в розплав);
2) атомна дифузія компонентів розплаву в тверду частину виливки;
3) реактивна дифузія між розплавом і металом твердої частини з утворенням шару інтерметалідних сполук на кордоні між ними.

Кінетика цих процесів визначається характером сплавів, що входять до біметалічного складу; відношення маси розплавленого металу до маси твердої вставки, абсолютна температура рідкого металу; абсолютна початкова температура поверхневого шару твердої заготовки; тривалість взаємодії розплаву з твердою вставкою.

Оскільки в практиці отримання біметалевих виливків час контакту розплаву з твердим металом невелике, то насичення розплаву розчиненим в ньому твердим металом зустрічається рідко. Однак місцеве перенасичення розплаву можливо безпосередньо на поверхні твердого металу. Тому можлива поява тонкого шару твердих кристалів.

Коли розплавлений метал добре розчиняється в твердому металі, переважне значення має процес атомної дифузії одного або декількох компонентів в твердий метал з утворенням твердого розчину. Склад і товщину зони твердого розчину визначають за законами дифузії. Найбільш вірогідними механізмами дифузії атомів є: в твердих розчинах інтрузія – дифузія через міжвузля; в твердих рішеннях заміщення - через вакансії.

У разі, коли метали біметалічного складу утворюють на межі розділу систему з інтерметалідними сполуками, можливе безпосереднє утворення цих сполук в результаті реактивної дифузії. У перший момент після змочування поверхні твердого металу між металами, що контактують, відбувається поверхнева хімічна реакція. Швидкість цієї реакції залежить від стану поверхні, структури твердого металу, температури в зоні з'єднання і, перш за все, від теплоти утворення інтерметаліда.

ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОННО-ПРОМЕНЕВОГО ПЛАВЛЕННЯ ДЛЯ ОТРИМАННЯ НИЗЬКОЛЕГОВАНИХ СПЛАВІВ НА ОСНОВІ АЛЮМІНІЮ

Зозуля Е.В., Зінченко Є. Д.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Матеріали, які поєднують високу електропровідність із термічною стабільністю, є надзвичайно привабливими для застосування в промисловості, зокрема в електротехнічній галузі.

Технічний алюміній (марки А5Е, А7Е), що традиційно використовується, не забезпечує належної термостійкості, оскільки вже за короткочасного нагрівання до 100 °С істотно знижується міцність. Одним із перспективних напрямів підвищення термічної стабільності є легування алюмінію цирконієм, який підвищує температуру рекристалізації та сприяє збереженню стабільної структури під час термічного навантаження. Багато провідних компаній, таких як J-Power Systems (Японія), 3M (США) та інші, впроваджують використання сплавів системи Al–Zr для виготовлення термостабільної провідникової продукції. Це зумовлює актуальність розробки вітчизняних аналогів таких матеріалів.

Застосування електронно-променевого плавлення у вакуумі для виготовлення таких сплавів створює сприятливі умови не лише для високоточного дозування легуючих елементів, але й для ефективної дегазації металу та очищення його від ряду домішок, що сприяє підвищенню електропровідності. Порівняно з традиційними методами, цей підхід забезпечує кращий контроль за складом і чистотою сплаву, що особливо важливо при роботі з провідниковими алюмінієвими сплавами та легуючими добавками. Крім того, інтенсивне охолодження у водоохолоджуваному кристалізаторі сприяє утворенню високо дисперсних інтерметалідних фаз, стимулюючи подрібнення зерна завдяки зростанню кількості центрів кристалізації.

Метою дослідження є вивчення впливу малих концентрацій цирконію на формування мікроструктури в сплавах системи Al–Zr, отриманих методом електронно-променевого плавлення.

Встановлено, що цирконій є ефективним легуючим елементом, здатним чинити значний вплив на структуроутворення навіть за введення в концентрації до 0,01 ат.%. Використання електронно-променевого плавлення відіграє ключову роль у реалізації такого підходу, оскільки дозволяє точно дозувати легуючий елемент у мікроконцентраціях, забезпечуючи однорідний його розподіл. У результаті спостерігається зменшення розміру зерен і підвищення однорідності мікроструктури. Зазначені структурні аспекти є важливими для забезпечення термостійкості, механічної міцності та стабільності структури і електропровідності в умовах експлуатації.

ОСОБЛИВОСТІ ПОШКОДЖУВАНОСТІ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ ПАРОПРОВОДІВ ДОВГОТРИВАЛО ЕКСПЛУАТУЄМИХ В УМОВАХ ПОВЗУЧОСТІ

Касьяненко І.В., Попова Д.І., Касарін О.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Зварні з'єднання із теплостійких перлітних сталей 15Х1М1Ф і 12Х1МФ характеризуються наявністю структурної, хімічної і механічної неоднорідності. Повністю позбутися такої неоднорідності не надається можливим. Метал шва зварних з'єднань із наведених сталей за хімічним складом є близьким до сплаву 09Х1МФ. Різниця в наявності легуючих елементів у основному металі і в металі шва обумовлена необхідністю запобігти утворенню кристалізаційних тріщин у температурному інтервалі крихкості в процесі кристалізації. Також хімічний склад металу шва пов'язаний з реакцією термічно зміцненої сталі на термодиформаційний цикл зварювання. Метал ділянок зони термічного впливу, яка безпосередньо контактує з металом шва, характеризується більш низькими механічними властивостями ніж основний метал, який не зазнав впливу зварювального нагрівання. Саме на ділянках зони термічного впливу утворюється пошкоджуваність зварних з'єднань. Структурна, хімічна і механічна неоднорідність зварних з'єднань в процесі довготривалого напрацювання зварних з'єднань в умовах повзучості збільшується, що сприяє прискоренню пошкоджуваності зварних з'єднань. Така неоднорідність значною мірою визначає жароміцність зварних з'єднань. І тому прояв неоднорідності, що підсилюється, повинен ураховуватися при визначенні надійності роботи зварних конструкцій стосовно їх довготривалого напрацювання, а також ресурсу.

При вирішенні задач, пов'язаних з утворенням пошкоджуваності металу зварних з'єднань, довготривало експлуатуємих в умовах повзучості і втоми, доцільно ураховувати наступні аспекти:

- особливості структурно-фазового стану, що формується під впливом зварювального нагрівання і термічної обробки;
- структурно-фазові зміни, що відбуваються в металі зварних з'єднань, які довготривало експлуатуються в умовах повзучості і втоми;
- залежність структурно-фазових змін, що проходять в металі зварних з'єднань від їх вихідної структури;
- гальмування структурно-фазових змін шляхом отримання зварних з'єднань з покращеними якісними показниками їх вихідної структури;
- види і механізми утворення пошкоджуваності зварних з'єднань;
- розробка напрямів зменшення пошкоджуваності шляхом оптимізації вихідної структури і властивостей.

НАДІЙНІСТЬ ДОВГОТРИВАЛО ПРАЦЮЮЧИХ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ ПАРОПРОВОДІВ ЗІ СТАЛІ 15Х1М1Ф І ЇХ ЗАЛИШКОВИЙ РЕСУРС

Касьяненко І.В., Третьякова А.Б., Менік А.С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Паропровідні труби і колектори котлів зі сталі 15Х1М1Ф і їх зварні з'єднання використовують в енергоблоках надкритичних параметрів (Р=25,5 МПа, Т=545-565°С). Властивості зварних з'єднань визначаються їх вихідною структурою, а також післязварювальним відпуском (Твід=730-760°С). Жароміцність зварних з'єднань суттєво залежить від їх структурно-фазового стану. Залежно від швидкості охолоджування після зварювання в металі і на ділянках зони термічного впливу (ЗТВ) можуть утворюватися перлітні структури. Наприклад, на ділянці сплавлення і перегріву ЗТВ може формуватися бейніт з присутністю перліта, продукта перекристалізації у вигляді темних ділянок. Наявність перліта може спостерігатися і на ділянці неповної перекристалізації ЗТВ, який підлягає зварювальному нагріванню в область температур обмежену критичними точками $A_{c_1} - A_{c_3}$.

Неоднорідність структури зварних з'єднань внаслідок присутності перліту набуває підсилення в процесі післязварювального відпуску. Збільшується за розмірами виділення других фаз. Зокрема укрупнюються карбіди І групи M_3C, а також появляються нові карбіди M_7C_3 і $M_{23}C_6$. Проходження наведених структурно-фазових змін сприяє зменшенню фізико-механічних властивостей зварних з'єднань.

Оптимальною здавальною структурою металу паропровідних труб із сталі 15Х1М1Ф є структура, яка вміщує від 10 до 30 % фериту, бейніт залишкове. Після термічного оброблення в металі зварних з'єднань усереднена наявність карбідів є наступною: M_3C, M_7C_3 і $M_{23}C_6$ – карбіди І-ї групи; Mo_2C, VC – карбіди ІІ-ї групи. В карбіди VC входить близько 71-89 % ванадію. В карбіди M_3C, M_7C_3 і $M_{23}C_6$ молібдену входить близько 1 %. Водночас при напрацюванні зварних з'єднань понад 270 тис. год молібден поступово залишає хром у карбіді $M_{23}C_6$, що сприяє його коагуляції. Після термічної обробки в металі шва з'являються карбіди Mo_2C і збільшується кількість карбідів VC. Хром входить у карбід M_3C в кількості 19-21 %, а загальний вміст хрому в карбідах складає 10-25 %.

Надійність роботи зварних з'єднань зі сталі 15Х1М1Ф після їх напрацювання в умовах повзучості і втоми понад 270 тис. год переважно залежить від їх структурно-фазового стану. Такий стан в свою чергу забезпечується вихідними аспектами зварних з'єднань, а саме їх хімічним складом і структурою.

ВЛАСТИВОСТІ НІКЕЛЕВОГО СПЛАВУ Ni-Al-Ti-Al ПІСЛЯ МПН

Кирилаха С.В.

Національний університет «Запорізька політехніка», м. Запоріжжя

Адитивні технології (АТ) належать до прогресивних методів виготовлення металевих виробів і поширено застосовуються як на етапі розробки, так і у серійному виробництві та ремонті конструкційних елементів. На відміну від традиційних способів обробки металів, процес адитивного виготовлення ґрунтується на пошаровому нарощуванні матеріалу згідно з цифровою 3D-моделлю. Такий підхід забезпечує раціональне використання сплавів, знижує обсяги відходів і сприяє стабільності хімічного складу та однорідності структури матеріалу. Використання АТ підвищує гнучкість у проектуванні виробів складної геометрії й скорочує терміни розробки до 2–3 тижнів [1]. Актуальним завданням сучасного матеріалознавства є встановлення залежностей між параметрами адитивного процесу, структурою та властивостями металевих матеріалів для цілеспрямованого формування їх експлуатаційних характеристик.

Метою є дослідження мікроструктури і механічних властивостей, а також розробка технології адитивного вирощування методом мікроплазмового наплавлення порошковим матеріалом (МПН) на основі нікелевого жароміцного слабостаріючого сплаву Ni-Al-Ti-Al (γ'=3-5%). Робота орієнтована на досягнення експлуатаційно придатного рівня механічних характеристик для використання в корпусних конструкціях газотурбінних двигунів (ГТД).

Об'єктами досліджень були зразки прямокутної форми 130×70×14 мм, отримані методом МПН. Порошки, отримані методом відцентрової плазмової атомізації, фракцією 63...160 мкм. Виготовлення зразків здійснювали на спеціалізованій роботизованій установці STARWELD 190H. Мікроструктурний аналіз проводився на шліфах, виготовлених у напрямках поздовжньому та поперечному. Металографічне дослідження нетравлених шліфів показало, що метал зразків щільний, із наявністю поодиноких мікропор розміром до 80 мкм. На виготовлених зразках визначалися механічні властивості ($\sigma_в$, $\sigma_{0,2}$, δ, ψ). Механічні властивості ($\sigma_в$, δ, ψ) при температурі T=800°C наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Механічні властивості зразків при T=800°C

ТУ (Вид полуфабрикату)	Режими ТО	$\sigma_в$, МПа	δ, %	ψ, %
Вирощений зразок, отриманий методом плазмово-порошкового наплавлення	Гартування з $T = 1140 \pm 10\ ^{\circ}C$, повітряне охолодження. Старіння при $T = 900 \pm 20\ ^{\circ}C$, протягом 16 год, повітряне охолодження.	Поздовжній напрям		
		79,0	12,4	26,0
		74,9	15,3	36,0
		сер. знач. **77,0**	**13,9**	**31,0**
		Поперечний напрям		
		67,5	3,8	11,7
		73,4	22,4	26,0
		сер. знач. **71,0**	**14,4**	**22,4**

Література:

1. Bandyopadhyay, A., & Heer, B. (2014). Additive Manufacturing of Metals: The Technology, Materials, and Applications. Springer.

СТРУКТУРНО-ФАЗОВІ ОСОБЛИВОСТІ СИЛІЦИДНИХ ШАРІВ НА ТИТАНОВОМУ СПЛАВІ ВТ-6.

Князєв С. А., Калініченко І. А., Субботін О. В., Субботіна В. В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Робоча поверхня конструкційного матеріалу контактує з робочим середовищем і перша сприймає негативний вплив, пов'язаний з тертям, мікронапруженим станом, хімічним, електрохімічним і радіаційним впливом. Таким чином, представляє великий інтерес розробки ефективних і технологічних способів поверхневого зміцнення конструкційних матеріалів та створення дифузійних бар’єрів. У сучасній літературі і публікаціях практично відсутні дані щодо силіціювання титанових сплавів. Особливий інтерес представляє дослідження структурно-фазового складу силіцьованого покриття.

Дослідження силіцьованого покриття проводилось рентгенівською дифрактометрією. Розшифровка дифрактограми проводилась у програмі Match!4*. Результати роз шифровки представлено на рисунку.

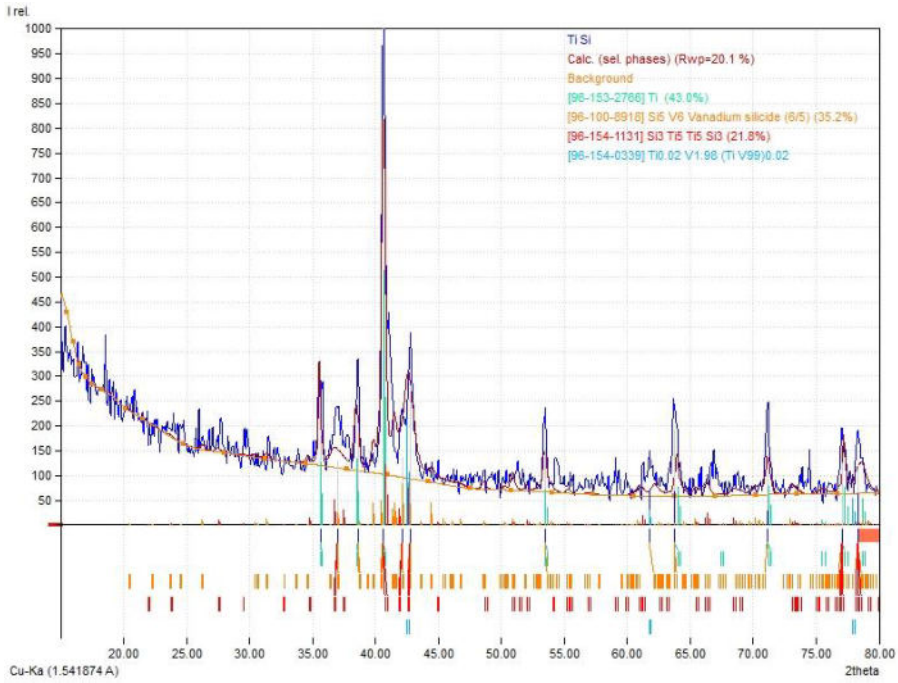


Рис. – Дифрактограма з роз шифровкою фаз силіцьованого шару на сплаві ВТ-6

З рошифровки видно, що силіцьований шар складається з силіциду титану Ti_5Si_3, V_6Si_5.

*Висловлюємо подяку авторам програмного забезпечення Match!4 Dr. Klaus Brandenburg та Dr. Holger Putz за надання ліцензії.

СУПРОТИВ ПЛАСТИЧНОМУ ДЕФОРМУВАННЮ У БАГАТОЕЛЕМЕНТНИХ НАНОСТРУКТУРОВАНИХ СИСТЕМАХ

Князєва Г. О., Князєв С. А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Механічні властивості нанокомпозитних покриттів добре характеризуються їх твердістю H_I, ефективним модулем Юнга $E^*=E/(1-\nu^2)$. Ці величини можна оцінити за кривими навантаження/розвантаження, виміряними динамічним мікротвердоміром, таким як, наприклад, Наноскан-4D. Виміряні значення H та E* дозволяють розрахувати відношення H^3/E^{*2}, яке дає інформацію про опір матеріалів пластичній деформації. Він тим вищий, чим більше відношення H^3/E^{*2} [1]. Підатливість пластичної деформації зменшується в матеріалах з високою твердістю і низьким модулем. Загалом, низький модуль є бажаним, оскільки дозволяє розподілити задане навантаження на більшу площу.

Механічні властивості нанокомпозитних покриттів сильно залежать від елементів, що утворюють окремі фази та відносного вмісту окремих фаз у нанокомпозиті. Плівка з заданою твердістю може мати різні значення E*. Значенням E* можна керувати хімічним складом нанокомпозиту і нанокомпозитні плівки, що складаються з двох твердих фаз і наноструктурованих твердих нітридів перехідних металів демонструють вищі значення E* порівняно з нанокомпозитами, що складаються з однієї твердої і однієї м'якої (металевої) фази. Модуль Юнга можна змінювати не тільки вибором елементів, що формують нанокомпозит, але і вибором умов осадження, і, головним чином, енергією, що підводиться до зростаючої плівки при конденсації і бомбардуванні частинок. Це дає можливість контролювати опір плівки пластичній деформації, який пропорційний відношенню H^3/E^{*2}, і адаптувати механічні властивості нанокомпозиту для конкретного застосування [2].

За нашими даними у системі TiZrHfNbTaN з наностуктурною розмірністю кристалітів в залежності від режимів осадження інструментальна твердість коливаються від 15,39 ГПа до 24,27 ГПа. Ефективний модуль Юнга від 193,32 до 279,66 ГПа. При цьому показник H^3/E^{*2} змінюється в дуже широких межах від 0,098 до 0,188 що є достатньо видатним результатом, наприклад порівнюючи його з показниками для потрійних систем (0,15 для Ti-Al-N). Введення до вищезгаданої системи ванадію призводить до розрихлення кристалічної решітки з падінням рівня твердості до 8,25 – 10,7 ГПа, а ефективного модулю Юнга до 119,88 – 140,15 ГПа. Відповідно показник H^3/E^{*2} коливається у межах 0,034 – 0,064, що не зважаючи на помітне зменшення твердості дає кращі характеристики пластичності модифікованої системи.

Література:

1. T.Y.Tsui, G.M.Pharr, W.C.Oliver, C.S.Bhatia, R.L.White, S.Anders, A.Anders and I.G. Brown : Mater.Res.Soc.Symp.Proc. 383(1995), 447

2. J.Musil , J.Vlek, F.Regent, F.Kunc and H.Zeman Hard nanocomposite coatings prepared by magnetron sputtering Key Engineering Materials Vols 230-232 (2002) pp 613-622

ВПЛИВ ДИСПЕРСНОСТІ ПОРОШКУ КРЕМНІЮ НА ПРОЦЕСИ CVD СИЛІЦІЮВАННЯ СТАЛЕЙ

Князєв С. А., Педченко Д. О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В сучасному матеріалознавстві нові та більш високі вимоги надають функціональним властивостям матеріалів та їх поверхням. Робоча поверхня конструкційного матеріалу контактує з робочим середовищем і перша сприймає негативний вплив, пов'язаний з тертям, мікронапруженим станом, хімічним, електрохімічним і радіаційним впливом. Таким чином, представляє великий інтерес розробки ефективних і технологічних способів поверхневого зміцнення конструкційних матеріалів та створення дифузійних бар'єрів. Мало розвиненим напрямом у інженерії поверхні є процеси створення дифузійних силіцид них шарів на сталях. Силіциди мають високі характеристики зносостійкості, стійкості до окислення при високих температурах. Відомі методи силіціювання потребують складного обладнання для забезпечення газофазного переносу продуктів реакції і тривають 8 годин, що, однак значно менше за тривалістю традиційного азотування.

Метою роботи було удосконалення процесу силіціювання зі зменшенням тривалості процесу.

В якості матеріалу досліджень, на якому проводитиметься експеримент, було обрано сталь 40.

У нових дослідженнях показано що на сталі формується товстий силіцидний шар товщиною 150 мкм протягом 5 годин при 900 ^{o}C. Цей шар складається переважно з силіциду заліза. У дослідах по насиченню окрім активатору і інертної засипки застосовувався кусковий кремній з фракційним складом 0,5 – 3 мм.

З метою скорочення тривалості процесу у нових експериментах кусковий кремній було замінено на високодисперсний порошок. РЕМ дослідження засвідчили, що порошок має фракційний склад 0,2 – 20 мкм. Протягом 3-х годин на поверхні сталі 40 сформовано товстий дифузійний шар товщиною 400 мкм. Пластинки з електротехнічної трансформаторної сталі товщиною 0,5 мм повністю перетворювались на суцільний шар силіциду. Таким чином відкривається подальша можливість зменшення тривалості процесу силіціювання до 1,5 годин, що в свою чергу збільшує привабливість і конкурентоздатність технології силіціювання, зменшуючи енерговитрати на обробку, економлячи робочий час та зменшуючи негативний вплив збиральної рекристалізації у сталі.

Застосування нітридного покриття разом на вуглецевих сталях може повністю замінити більш високохромисті сталі і обмежено замінити дорогі температурно стійкі сплави, наприклад сплави на нікелівій основі.

МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПЕРЕХОДІВ КУВАННЯ ГАКІВ ОСАДЖУВАННЯ ТА ПРОТЯГУВАННЯ

Колісник К. Д[1]., Чухліб В. Л[1]., Біба М.В[2].

[1] Національний технічний університет «ХПІ», м Харків

[2] Micas Simulation Ltd, Oxford, The United Kingdom of Great Britain

У виробництві вантажопідйомних елементів, зокрема гаків, ключову роль відіграє технологічна досконаліть процесу формування заготовки. Деталі такого типу зазнають високих навантажень під час експлуатації, тому від їхньої внутрішньої структури, цілісності та геометричної точності залежить не лише ефективність, але й безпека усього обладнання. Саме тому особливу увагу приділяють не лише фінальному етапу кування, але й початковим операціям – осаджування та протягування.

Осаджування сприяє зменшенню висоти заготовки та ущільненню матеріалу, тоді як протягування забезпечує подовження та вирівнювання волокнистої структури металу. Ці процеси суттєво впливають на рівномірність деформацій, а отже – на якість кінцевого виробу [1].

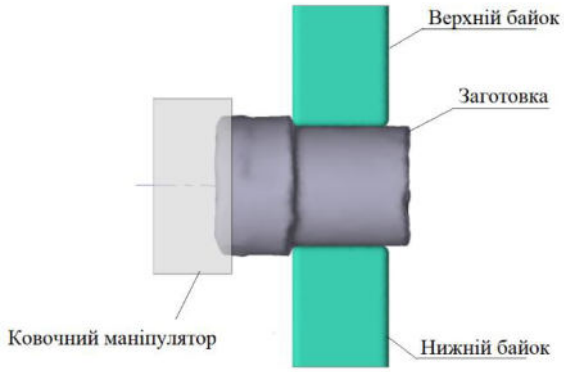


Рисунок 1. 3D-моделювання процесу протягування

У зв'язку з цим актуальним стає застосування сучасних комп'ютерних технологій, зокрема систем моделювання процесів пластичного деформування, таких як QForm [2], є потужним інструментом для чисельного аналізу вільного кування.

Результатом моделювання послідовного виконання осаджування та протягування при куванні гаків (рис. 1) стало визначення раціональних параметрів спільного виконання цих технологічних переходів, яке дозволило спрогнозувати розподіл напружень і деформацій, виявити можливі дефекти та оптимізувати параметри процесу ще на стадії розробки технології кування.

Література:

1. Liu, G. H., Zhuang, Z., Liu, P., Ni, L. Y., Zhu, S. Y., Chen, J. J., Lin, H. C., Liu, L. H. Influence of the blooming process of heavy forgings on the forgings quality. Advanced Materials Research, Trans Tech Publications Ltd, 2012, Volumes 538-541, p. 1067-1071.

2. Qform UK. URL: https://www.qform3d.com/ (accessed January 21, 2025).

РОБОТИЗАЦІЯ СКЛАДАЛЬНИХ І ЗВАРЮВАЛЬНИХ РОБІТ

Крахмальов О.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Промислові роботи застосовують на операціях загального та вузлового збирання на окремих робочих місцях, обладнаних у вигляді робото технічних комплексів, умонтованих в збиральний конвеєр, що містить збиральні напівавтомати та автомати. При комплексній роботизації збирання окремі робото технічні комплекси поєднують транспортними пристроями в єдину більш складну виробничу систему. Характерні роботи, які виконують роботи в складальних цехах: завантаження і розвантаження автоматів, конвеєрів, автоматичних та напівавтоматичних ліній, встановлення деталей і вузлів в заданому положенні на виробі, який збирається по технологічним базам; точкове та шовне зварювання; фарбування виробів методом розпилення; транспортування і складування деталей і вузлів; подача підготовлених для збирання деталей на преси для запресовування, заклепування, відсортування та інших операцій.

В окремих випадках роботи можуть виконувати операції технічного контролю і випробування виробів, замінюючи контролерів або полегшуючи їх працю. Роботи використовують на операціях гальванопокриттів, зняття задирів з деталей, промивання деталей перед збиранням. Оснащуючи збиральні роботи устаткуванням і додатковими пристроями, можна розширити їх технологічні можливості, виконуючи з їх допомогою збирання різьбових з'єднань, паяння, склеювання, розвальцьовування, посадку з натягом, з тепловим впливом, а також допоміжні операції (таврування, змазування та ін.).

Застосування роботів підвищує рівень автоматизації виробництва і коефіцієнт змінності роботи підприємства. В багатьох випадках терміни окупності роботів не перевищують трьох років. Використання роботів створює основу для повністю автоматизованого виробництва.

Перешкодами широкому застосуванню роботів є: їх висока вартість, тривале налагодження, необхідність комплексної перебудови технології виробництва, необхідність підвищення технічного рівня іншого обладнання цеху.

Оцінку роботів за технологічними та експлуатаційними можливостями проводять за швидкістю переміщення робочих органів, точності їх позиціонування, надійності і терміну служби, рівню шуму, часу на переналагодження, розмірам збирального простору збирального робота і його габаритам.

Кінематичні можливості промислових роботів характеризуються коефіцієнтом сервісу, який визначає можливість підходу захватного пристрою до заданої точки з різних напрямків.

СПОСОБИ ОТРИМАННЯ ЛИТИХ БІМЕТАЛІЧНИХ КОМПОЗИЦІЙ

Кузьмін В. С., Потапов А. О, Масалітіна О. В., Акімов О. В., Лі Цзінтао
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Литі біметалічні композиції складаються з декількох сплавів, які об'єднують для забезпечення оптимальних властивостей усіх компонентів. Сучасні технології дають змогу виготовляти такі вироби за допомогою різноманітних методів. Основними є одночасне та послідовне заливання сплавів, нанесення рідкого металу на тверду заготовку або заливка металу в форму зі встановленою вставкою. Послідовне заливання дозволяє контролювати перехідну зону між матеріалами, що впливає на міцність і якість готового виробу.

Наморожування металу на заготівлю активно використовується в Японії і забезпечує формування надійного з'єднання, тоді як заливка у форму з заздалегідь підготовленою поверхнею сприяє кращому зчепленню. Для покращення характеристик виливків проводиться попередня обробка, яка включає використання екзотермічних флюсо-сумішей, а також нагрівання під шаром синтетичного шлаку. Деякі технологічні процеси поєднують нанесення металевого покриття на вставку перед виготовленням литтєвої моделі. Інвестиційне лиття під тиском (Investment casting) і японська технологія Hi cast широко застосовуються для створення біметалічних виробів із високою стійкістю до втомних навантажень.

У виробництві поршнів використовуються спеціальні схеми пресування, що дозволяють ефективно з'єднувати чорні метали з алюмінієвими сплавами, забезпечуючи покращення експлуатаційних властивостей. Для забезпечення міцності з'єднання компонентів застосовуються такі методи, як гальванічне чи хімічне покриття поверхонь, а також алюмотермічна реакція при заливанні алюмінієвих сплавів. Найбільш поширені композиції виготовляються на основі чавуну та сталі із застосуванням послідовного або відцентрового заливання, електрошлакової переплавки і зварювання.

Важливим чинником у процесі виробництва є чистота поверхні й максимальне наближення температур плавлення складових матеріалів. Сьогодні технології біметалічних композицій охоплюють широкий спектр методів, що сприяють удосконаленню готових виробів, продовженню їхнього терміну служби та підвищенню загальної якості продукції.

Для підвищення змочування поверхні метала рекомендовано використати флюси з розплавлених солей. В якості флюсів найчастіше використовуються суміші галогенідних солей різних металів. Більш того, флюс знижує поверхневий натяг розплаву та може поліпшити поширення рідкого металу по поверхні твердого металу.

МОДЕЛЮВАННЯ ФОРМУВАННЯ УСАДКОВИХ РАКОВИН У СТАЛЬНИХ ВИЛИВКАХ ТИПУ «КОРПУС»

Лисенков В. Ю.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

При виробництві корпусних виливків може виникнути проникнення усадкової раковини в тіло виливка або формування пористості. Це призводить до зменшення механічних характеристик через внутрішні пустоти [1], тому для підвищення властивостей треба обирати оптимальний склад сплаву [2, 3]. Але використання легуючих елементів призводить до підвищення собівартості литва. Тому доцільним є використання конструкторсько-технологічних рішень, спрямованих на перешкоджання формування усадкової пористості та раковин. Шляхом до використання таких рішень є комп'ютерне моделювання процесу формування виливку у формі.

Досліджувався виливок «Корпус» з середньовуглецевої сталі. Було встановлено 3 надлишки. Встановлено, що усадкова раковина може утворюватися в залежності від технологічних та конструкційних чинників. При цьому використання циліндричного надлишку прямокутного перерізу з жолобниками дає можливість повного поглинання усадкової раковини [4]. Найбільш суттєвим фактором впливу, що перешкоджає проникненню усадкової раковини, є об'єм надлишку.

Література:

1. Пономаренко, О. И. Компьютерное моделирование процессов кристаллизации как резерв повышения качества поршней ДВС [Текст]/ О. И. Пономаренко, Н. С. Тренѐв // Технологический аудит и резервы производства. 2013. –No 6/2(14). – С. 36–40. –Режим доступа: http://journals.uran.ua/tarp/article/view/19529/172055.

2. Demin, D. (2018). Investigation of structural cast iron hardness for castings of automobile industry on the basis of construction and analysis of regression equation in the factor space «carbon (C) – carbon equivalent (Ceq)». Technology Audit and Production Reserves, 3 (1 (41)), 29–36. doi: http://doi.org/10.15587/2312-8372.2018.109097

3. Demin, D. (2017). Synthesis of nomogram for the calculation of suboptimal chemical composition of the structural cast iron on the basis of the parametric description of the ultimate strength response surface. ScienceRise, 8, 36–45. doi: https://doi.org/10.15587/2313-8416.2017.109175

4. Penziev, P., Frolova, L., Lysenkov, V., & Lavryk, Y. (2024). Determination of the influence of the surplus construction on the parameters of the shrinkage shells in the «Body»-type steel castings when casting in single sand molds. Technology Audit and Production Reserves, 4(1(78), 6–10. https://doi.org/10.15587/2706-5448.2024.310424

ДОСЛІДЖЕННЯ І РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ПЛАЗМОВОГО ЗМІЦНЕННЯ БОЛТА ШТОВХАЧА ПЛУНЖЕРА ПАЛИВНОГО НАСОСУ

Лузан С.О., Дубцов А.А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Проблема підвищення надійності та довговічності деталей паливних насосів ставить завдання застосування нових матеріалів та зміцнювальних технологій, оскільки відомі традиційні методи зміцнення: термічне, хіміко-термічне, поверхневе пластичне деформування не завжди забезпечують вимоги, що пред'являються до них.

Одним з перспективних методів нанесення захисних покриттів є плазмове напилення. З огляду на умови роботи болтів штовхачів паливного насоса, тобто досить високі контактні напруги на поверхнях, що зношуються, вибираємо для проведення досліджень порошок ПС-12НВК-01, що представляє порошкову механічну суміш самофлюсівного порошку марки ПГ-10Н-01 (65%) і карбіду вольфраму (35%), який серійно випускається ВАТ «Торезтвердосплав».

Було розроблено технологію плазмового напилення зносостійкого порошку ПС-12НВК-01, яка передбачала оплавлення нанесеного покриття з метою підвищення міцності зчеплення з деталлю, зносостійкості, та зниження пористості. Оплавлення напилених покриттів на деталях здійснювалося в електропечі при Т = 1313 - 1323 К протягом 10 хв, з подальшим охолодженням на повітрі.

Партія болтів штовхачів плунжерів паливного насоса пройшла випробування на вібростенде в обсязі 300 годин. Процес зношування на вібростенді форсувався наступним чином: для змащування застосовувалося дизельне паливо марки «ДЛ» по ГОСТ 305-73, запилене кварцовим абразивом з питомою поверхнею S=5600 см^2/г по ГОСТ 2138.



а б

Рисунок 1 – Стан серійних болтів штовхачів (а) і дослідних з покриттям ПС-12НВК-01 (б) після випробувань

Кількість змазки, що заправляється в порожнину кожного насоса, 0,5 л., концентрація абразиву – 2 г/л. В процесі випробувань зміна змазки в насосах проводилася через кожні 20 годин роботи.

Оцінка зносостійкості проводилася за результатами мікрометражу дослідних і серійних деталей до і після випробувань.

Результати випробувань показали, що середній знос болтів під п'ятою плунжера в 2,2 рази менше серійних (0,095 і 0,21мм відповідно), під тарілкою плунжера – в 2,25 рази (0,195 і 0,44 мм відповідно).

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ ВАЛУ КОЛІСНОГО РЕДУКТОРА ТРАКТОРА ТИПУ 150-К

Лузан С.О., Лазоркін І.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

На основі аналізу впливу ряду факторів, а також з урахуванням накопиченого досвіду підвищення працездатності деталей та вузлів на Харківському тракторному заводі, була визначена номенклатура деталей шасі колісних тракторів типу Т-150К, які вимагають підвищення довговічності. Одними з числа найбільш відповідальних деталей, що визначають ресурс трактора, є вали привода переднього й заднього мостів, які встановлені в роздавальній коробці. У процесі експлуатації відбувається зношення поверхні шийки валу під сальниками, що призводить до появи течі масла.

Сучасне ремонтне підприємство за рівнем організації і технічного оснащення ще не повною мірою відповідає вимогам, які дозволяють забезпечити необхідні показники якості ремонту деталей. Показник безвідмовності і ресурсу капітально відремонтованих двигунів становить 50-60% від відповідних значень нових, хоча за ГОСТ 18523 повинен бути не менше 80 %. Тому проблема підвищення ресурсу деталей шасі колісних тракторів під час їх відновлювального ремонту, є актуальною.

Одним з ефективних напрямків вирішення даної проблеми є застосування плазмового або газополуменевого способу напилення покриттів, які мають більш високу зносостійкість у порівнянні з загартованою вуглецевою сталлю 45.

Для відновлення вала колісного редуктора трактора Т-150К був обраний спосіб газополуменевого напилення покриттів, який відрізняється компактністю і простотою застосовуваного обладнання, а також його мобільністю, що дозволяє здійснювати відновлення деталей безпосередньо у замовника.

Для дослідження можливості відновлення шийки валу колісного редуктора з одночасним підвищенням його ресурсу порівняно із серійним було обрано зносостійкі порошкові матеріали на основі нікелю ПГ-10Н-01 та ПГ-12Н-01.

Випробування проводилися на машині тертя МІ за схемою «диск-колодка» при наступних режимах: середня окружна швидкість ковзання V=0,42 м/с, питомий тиск на колодку при нормальному механохімічному процесі складав q=8,0 МПа

Результати випробування на зразках показали, що динаміка зношування від напрацювання покриттів ПГ-10Н-01 і ПГ-12Н-01 мають однаковий характер, величина зносу у покриття з порошку ПГ-10Н-01 в 7,7 разів, а у ПГ-12Н-01 в 4,8 разів менше, ніж у сталі 45 HRC 50.

На основі виконаних досліджень розроблена технологія газополуменевого відновлення валу колісного редуктора трактора Т-150К, яка забезпечує підвищення зносостійкості у порівнянні з серійним валом в 4,8 і 7,7 разів для покриттів порошковими матеріалами ПГ-12Н-01 та ПГ-10Н-01 відповідно.

РЕОЛОГІЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ФОРМУВАЛЬНОЇ СУМІШІ

Лук'янов І.В, Пономаренко О.І.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Лиття – це технологічний процес отримання виробів шляхом заливки розплавленого матеріалу в форму, що потім затвердіє, зберігаючи конфігурацію порожнини. Головним компонентом є формувальна суміш, яка демонструє пружність, в'язкість і пластичність, що безпосередньо впливає на якість готових виробів. Формувальна суміш – це квазіоднорідний, квазіізотропний, складний реологічний матеріал, який володіє трьома фундаментальними реологічними властивостями такими як пругкістю, в'язкістю та пластичністю [1]. Формувальна суміш є основним компонентом ливарного виробництва, де її реологічні властивості безпосередньо впливають на якість відливок. Реологія – це наука, що визначає зв'язок між силами, які діють на матеріал, та його деформацією. Моделі реології описують поведінку формувальних сумішей під зовнішніми впливами, що дозволяє оптимізувати процеси, підвищити якість виливків і знизити витрати. Класичні моделі, такі як ньютонівська, не завжди враховують нелінійні ефекти, що зустрічаються на високих швидкостях деформації. Також існують ідеальне пружне тіло Гука, ідеальне пластичне тіло Сен-Венана. Різні реологічні властивості можуть бути змодельовані комбінаціями трьох основних моделей. Складні моделі, які поєднують ці ідеальні моделі, включають модель Кельвіна – Фойгта, модель Максвелла, модель Прандтля та модель Бінгама. Розробка цих моделей є важливим кроком у вдосконаленні процесу лиття, оскільки вони допомагають зрозуміти поведінку матеріалів з ускладненою реологією, сприяючи поліпшенню якості продукції та економії ресурсів. Подальші дослідження повинні зосередитися на розробці гібридних моделей, які поєднують класичні підходи з сучасними чисельними методами, а також на врахуванні додаткових параметрів, що впливають на процес лиття [2]. Таким чином, розробка реологічних моделей є важливим інструментом для розуміння і поліпшення процесу лиття, особливо якщо матеріал має складні реологічні властивості. Впровадження нових технологій і методів дослідження в цій галузі сприяє подальшому розвитку ливарного виробництва і забезпечує високу якість продукції та економію ресурсів.

Література:

1. Євтушенко С. Д. Методика вибору технології виготовлення виливків / С. Д. Євтушенко, О. І. Пономаренко, Н. С. Євтушенко // IX міжнародна науково-технічна конференція «Перспективні технології, матеріали й обладнання в ливарному виробництві» /– Краматорськ : ДДМА, 2023. – С. 49-51.

2. Євтушенко Н. С. Використання 3D-технологій для вдосконалення процесу лиття Євтушенко Н. С., Пономаренко О. І., Масалітіна О. В. // Неметалеві вкраплення і гази у ливарних сплавах : зб. тез 17-ї Міжнар. наук.-техн. конф. – Запоріжжя, 2025. – С. 122-124.

ADVANTAGES OF ALLOYING CAST IRON AND STEELS WITH INDUSTRIAL WASTE

Mezentsev S.M., Ponomarenko O.I., Mezentseva I.O., Yevtushenko N.S.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

Alloying of cast irons and steels allows to obtain metallic materials of a given chemical composition and structure with certain chemical, physical and mechanical properties. To increase the service characteristics of structural steel, while economical consumption of expensive alloying elements, attention is also paid to microalloying.

The introduction of alloying elements into cast irons and steels allows to change their properties: plasticity, viscosity, strength, electrical conductivity, magnetic characteristics, radiation resistance and corrosion resistance in various environments, etc. The main alloying elements are: nickel, chromium, manganese, silicon, tungsten, molybdenum, vanadium, titanium, aluminum, copper, niobium and boron [1]. In Ukraine, there are no deposits of many of the listed metals, or they are found in small quantities.

At the enterprises of metallurgical and machine-building profile a certain amount of solid waste containing compounds of nickel, cobalt, chromium, molybdenum, tungsten, etc. has accumulated. The imperfection of technologies for the complete utilization of these wastes leads to the loss of valuable components, as well as environmental pollution [2]. The waste contains compounds of non-ferrous metals that can dissolve in water and, under the influence of natural factors, enter the soil. Many of these compounds have toxic properties, which leads to soil pollution.

Obtaining secondary raw materials by reducing metal oxides contained in wastes accumulated at machine-building and metallurgical enterprises will allow obtaining alloying additives [3]. The obtained alloying additives can be used in the smelting of alloyed cast irons and steels instead of using primary raw materials. At the same time, this will also solve the environmental problem: reduce the negative impact on the environment.

References:

1. Особливості легування чавунів та сталей відходами машинобудівних підприємств / С. М. Мезенцев [та ін.] // Литво. Металургія. 2023 [Електронний ресурс] : матеріали 19-ї, 12-ї Міжнар. наук.-практ. конф., 10-12 жовтня 2023 р. / Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т" [та ін.] ; заг. ред. О. І. Пономаренко. – Електрон. текст. дані. – Харків ; Київ, 2023. – С. 135-137.

2. Sokolov, V.M. Processing the Ni- And Cr-bearing oxidized scarfing granulates with liquid cast iron / Sokolov, V.M., Gorbenko, V.V., Vinnik, I.A., Mekhed, O.M. // TMS Fall Extraction and Processing Division: Sohn International Symposium, 2006, 1, p. 453–462.

3. Шляхи отримання феросплавів із відходів машинобудівних підприємств [Електронний ресурс] / С. М. Мезенцев, О. І. Пономаренко, І. О. Мезенцева, Н. С. Євтушенко // Литво. Металургія. 2024 : матеріали 20-ї Ювілейної Міжнар. наук.-практ. конф., 28-30 травня 2024 р. / Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т" [та ін.] ; заг. ред. О. І. Пономаренко. – Електрон. текст. дані. – Харків ; Київ, 2024. – С. 160-162.

ПАТЕНТНИЙ ЛАНДШАФТ ІННОВАЦІЙ У СФЕРІ ГАРЯЧОГО ШТАМПУВАННЯ

Мішекіна О.С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Гаряче штампування є одним з ключових процесів у сучасній металургії, що дозволяє виготовляти деталі зі складною геометрією з одночасним покращенням механічних властивостей матеріалу. Завдяки можливості формування заготовок при підвищених температурах, цей процес широко застосовується у виробництві деталей для автомобільної, залізничної та аерокосмічної промисловості.

Проведений патентний аналіз [1] дозволив визначити, що упродовж останніх років спостерігається зростання кількості заявок на корисні моделі та винаходи у сфері гарячого штампування. Особливо активно патентуються рішення, пов'язані з удосконаленням форм, систем охолодження, покриттів і методів керування деформацією. Це виявлено в патентах США [US11377703B2], Китаю [CN115678901A] та WIPO [WO2013056789].

Значна частина досліджених патентів зосереджена на способах уникнення окислення та тріщин при високотемпературній обробці. Наприклад, у патенті UA101099 запропоновано використання 30% борного покриття, що значно знижує ризик поверхневих дефектів. У патенті US9132464B2 описано метод гарячого штампування з попереднім пробиванням отворів до початку формування мартенситу, що дозволяє забезпечити геометричну точність і виключити надрізи на закаленому металі.

Узагальнюючи, патентний ландшафт у галузі гарячого штампування демонструє високий рівень конкуренції між країнами-виробниками технологій, а проведене дослідження дозволило сформувати порівняльну таблицю об'єктів, виявити прототип і запропонувати напрями для вдосконалення конструкцій штампів та покриттів. Технології гарячого штампування залишаються надзвичайно перспективними в умовах автоматизації та цифровізації сучасного виробництва.

Література:

1. Кравцова І.О. Основи патентознавства в обробці тиском: інтерактивний навчальний посібник [вебсайт]. - URL: https://sites.google.com/view/osnovy-patentoznavstva/main

2. STEEL MATERIAL FOR HOT STAMPING , HOT STAMPING PROCESS AND HOT STAMPED COMPONENT : patent US 11,377,703 B2 US : C211 8/04, C22C 38/04. No. 16 / 316,257 ; applied on 08.09.2016 ; published on 18.04.2018.

3. Система патентного пошуку Google Patents - URL: https://patents.google.com

4. Система патентного пошуку WIPO - URL: https://patentscope.wipo.int/search/en/search.jsf

ПАТЕНТНО-ІНФОРМАЦІЙНА ПІДТРИМКА ІННОВАЦІЙНИХ ПРОЄКТІВ У МЕТАЛУРГІЇ

Муригін В.Г., Кравцова І.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Інноваційний розвиток металургійної галузі тісно пов'язаний із системним використанням патентної інформації. Патентно-інформаційна підтримка дозволяє своєчасно виявляти технологічні тренди, формувати ефективну R&D-стратегію, а також уникати правових ризиків при впровадженні нових технічних рішень.

У межах дослідження було проведено патентний аналіз тенденцій у сфері технологій обробки металів тиском з використанням баз даних Google Patents, Espacenet та The Lens. Основна увага приділялася технологіям гарячої та холодної прокатки, автоматизованому контролю якості та покращенню властивостей сталевих сплавів.

Результати патентного аналізу свідчать про стійке зростання інтересу до металургійних інновацій (рис.1). У період 2019–2023 років кількість опублікованих патентів у цій галузі зросла з 7200 до 9700, що становить +34,7%. Середньорічне зростання – близько 7,2%.[1].

У 2024 році провідні позиції за кількістю патентних заявок посідають такі компанії: Nippon Steel – 860 заявок; POSCO – 790 заявок; ArcelorMittal – 620 заявок; Baosteel – 580 заявок; JFE Steel – 540 заявок.[2]

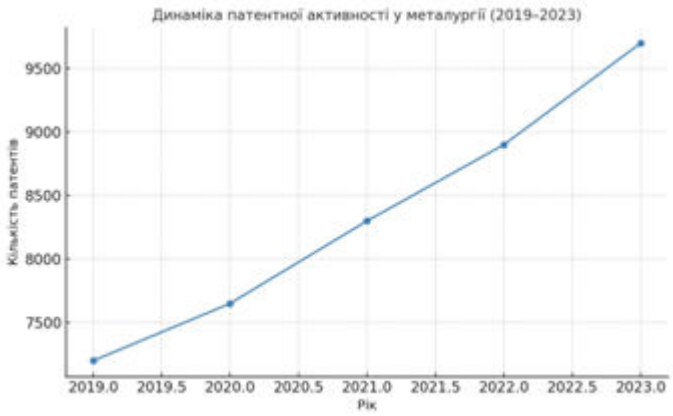


Рис. 1 – Динаміка патентної активності у сфері металургії (2019–2023)

Також спостерігається зростання кількості заявок, пов'язаних із використанням штучного інтелекту для контролю якості та екологічних рішень у плавці та вторинній переробці шлаків.

Загалом, результати дослідження підтверджують, що патентна аналітика є ефективним інструментом підтримки інноваційних проєктів у металургії. Вона дозволяє як виявляти перспективні напрями, так і ухвалювати стратегічні рішення щодо комерціалізації розробок.

Література:

1. Espacenet - URL: https://www.espacenet.com
2. Google Patents - URL: https://patents.google.com

СИСТЕМАТИЗОВАНІ ДАНІ ДЛЯ ПОБУДОВИ ІНФОРМАЦІЙНОГО ПРОФІЛЮ ВАГРАНКИ

Ніколаєв Д. А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Об'єктом дослідження були технологічні системи моно- та дуплекс процесів плавки з використанням вагранок. Досліджувана проблема полягала в тому, що існуючим рішенням щодо плавки з використанням вагранок бракує системності у визначенні раціональних рішень щодо плавки, яка має базуватися на системі загальних математичних моделей.

Систематизовані ретроспективні дані промислових плавок для розглянутих технологічних схем моно- та дуплекс процесу плавки з використанням вагранки можуть бути використані для побудови математичних моделей процесу плавки. Для цього треба визначити можливу структуру моделей та змінні, якими описується відповідний модельований процес, які розподіляються по трьох рівнях: рівень керуючих параметрів, рівень внутрішніх параметрів, рівень параметрів, що відображають показники якості. Змінними рівня керуючих параметрів є кількість коксу, об'єм повітря, що вдувається, кількість тепла на підігрів дуття, кількість кисню, яким збагачується повітря на вході у вагранку чи вдувається безпосередньо через фурми. Змінними рівня внутрішніх параметрів є температура газу, що може бути визначена як функція температури горіння, температура повітря, що вдувається та температура чавуну. Змінними рівня параметрів, що відображають показники якості, є хімічний склад чавуну, шлаку та газової фази.

Визначення змінних процесу та можливих зв'язків між ними формують інформаційних профіль вагранки для подальшого моделювання процесу ваграночної плавки та керування ним. Таким чином, на основі систематизації ретроспективних даних щодо параметрів плавки моно- та дуплекс процесами з використанням вагранок визначено змінні процесу плавки, які розподілені по трьох рівнях: рівень керуючих параметрів, рівень внутрішніх параметрів, рівень параметрів, що відображають показники якості, та зв'язки між ними.

Сфера практичного використання результатів дослідження: виплавка чавуну в ливарних цехах машинобудівних підприємств.

Література:

1. Demin, D. (2019). Development of «whole» evaluation algorithm of the control quality of «cupola – mixer» melting duplex process. Technology Audit and Production Reserves, 3 (1 (47)), 4–24. doi: https://doi.org/10.15587/2312-8372.2019.174449

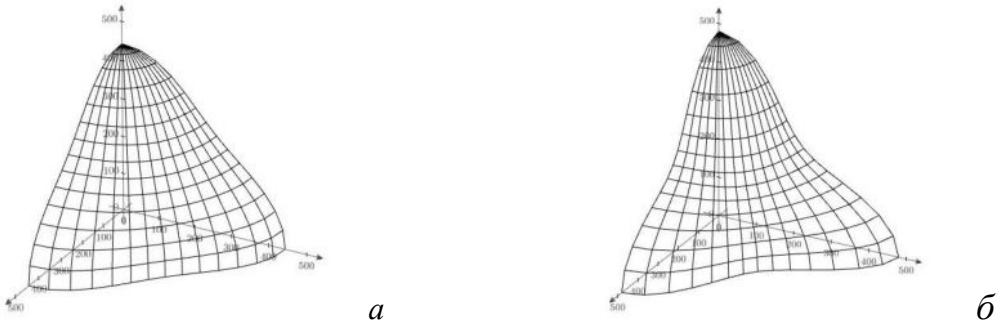
2. Demin, D. (2023). Experimental and industrial method of synthesis of optimal control of the temperature region of cupola melting. EUREKA: Physics and Engineering, 2, 68–82. doi: https://doi.org/10.21303/2461-4262.2023.002804

КУТОВІ ЗАЛЕЖНОСТІ МОДУЛЯ ПРУЖНОСТІ НІТРИДНИХ ПОКРИТТІВ ZrN

Пінчук Н.В., Терлецький О.С.
Національний технічний університет «ХПІ», м Харків

Досліджування структури та властивостей покриттів TiN, ZrN та ін. [1], які отримані за методом вакуумно-дугової конденсації (Arc-PVD) із застосуванням постійного та імпульсного потенціалів зміщення, свідчать про цікаве поєднання їх структурних параметрів. Стовпчасті матричні зерна мають внутрішні мікро- та в цілому покритті – макродеформації, які пов'язані з плоским напруженим станом. В залежності від тиску N_2 (до 0,65 Па), рівня постійного (до –230 В) та імпульсного (до –2000 В) зміщень, нормально до поверхні формуються аксіальні текстури спочатку з віссю [100], а потім [311]+[111], [110]+[111] та [111].

Наявність текстур обумовлює кубічну анізотропію покриттів (ґратка NaCl). Для розрахунків їх напруженого стану у складі виробів необхідні дані пружних властивостей за напрямками, зокрема, модуля пружності E_n, за яким усталених значень досі не спостерігається [2]. Тому для ZrN були розраховані кутові залежності E_n із відомих за літературою поєднань його коефіцієнтів жорсткості C_{11}, C_{12}, C_{44}. Застосовували їх зв'язок з коефіцієнтами податливості S, рівняння для податливості S'_{11} у напрямку n із направляючими косинусами щодо вихідних вісей ґратки із значеннями S_{11}, S_{12}, S_{44}, а також зв'язок $S'_{11} = 1/E_n$. Розрахунки свідчать про зміни як максимальних значень модуля E_n на осях, так і «глибини» мінімальних, але за незмінними напрямками [110] та [111] – рис. 1 *а*, *б* (шкала – до 500 ГПа). Це вельми корелює із закономірностями зміни текстур.



а *б*

Рис. 1 – Розподіл значень модуля E_n для C_{11}, C_{12}, C_{44}: *а* – 471, 88, 128; *б* – 521, 114, 110 ГПа

Література:

1. N.V. Pinchuk, O.S. Terletskyi Nanostructured coatings ZrN, obtained by vacuum-arc deposition method // Modernization of research area: national prospects and European practices: Scientific monograph. Riga, Latvia : "Baltija Publishing", 2022. P. 1–18. DOI: https://doi.org/10.30525/978-9934-26-221-0-1 .

2. Z.G. Mei, S. Bhattacharya, A.M. Yacout First-principles study of fracture toughness enhancement in transition metal nitrides //Surface & Coatings Technology, 2019. V. 357. P. 903–909. DOI: https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2018.10.102 .

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ШВИДКОСТІ ІНДУКЦІЙНОГО НАГРІВУ НА СТРУКТУРУ ТА ВЛАСТИВОСТІ НАПЛАВОК ІЗ ВИСОКОХРОМИСТИХ СТАЛЕЙ В ПРОЦЕСІ ЇХ ВІДПУСКУ

Погрібний М.А., Реброва О.М., Довбій О.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Термічна обробка шляхом індукційного нагріву СВЧ ефективно використовується в машинобудуванні, причому, особливості природи такого нагріву надають можливості для його застосування не тільки для поверхневого зміцнення, а й для об'ємної обробки виробів, наприклад, для нормалізації, хіміко-термічної обробки, відпуску. Тому, мета дослідження полягала у виявленні впливу швидкісного нагріву СВЧ на структуру та властивості наплавок із високохромистих сталей, що в процесі наплавлення гартуються та потребують покращення властивостей шляхом подальшої термічної обробки.

Для отримання математичної залежності властивостей наплавок від параметрів режиму відпуску був реалізований план повного факторного експерименту типу 2^2. В якості критеріїв оптимізації взяті механічні властивості: межа міцності $У_{σв}$, межа плинності $У_{σ0,2}$, твердість $У_{HRC,}$ відносне подовження $У_{δ,}$ ударна в'язкість $У_{ан}$; в якості незалежних факторів – температура відпуску наплавок X_1 і швидкість їх нагріву X_2.

В результаті проведення дослідів та обробки експериментальних даних отримані інтерполяційні моделі, які для досліджувальної області факторного простору мають вигляд (1):

$$\begin{aligned} У_{σв} &= 809{,}1 - 66{,}1X_1 + 59{,}8X_2 - 23{,}9X_1X_2 \\ У_{σ0,2} &= 644{,}3 - 69{,}3X_1 + 70{,}6X_2 - 28{,}1X_1X_2 \\ У_{HRC} &= 24{,}78 - 52{,}8X_1 + 4{,}85X_2 \\ У_{δ} &= 16{,}81 + 4{,}51X_1 - 2{,}58X_2 \\ У_{ан} &= 83{,}21 + 27{,}1X_1 - 4{,}5\,X_2 \end{aligned} \qquad (1)$$

Аналіз отриманих рівнянь засвідчив, що на властивості наплавок високохромистих сталей 20Х13 на 15Х11МФ у процесі їх відпуску істотно впливає не тільки температура, але й швидкість нагріву. Результати металографічного аналізу показали, що з підвищенням швидкості нагріву процеси коагуляції не отримують значного розвитку, що дозволяє зберегти карбідну фазу у більш дисперсному вигляді в усьому інтервалі температур відпуску. Така мікроструктура відповідає зміцненому стану матеріалу, що позитивно позначається на його механічних властивостях. Принциповою особливістю є також те, що високі швидкості нагріву, суттєво впливаючи на хід процесів фазових і структурних перетворень, дозволяють, як показали дослідження, отримати в наплавках 12% хромистих сталей після індукційного відпуску такий комплекс властивостей, якого не вдається досягти шляхом традиційного відпуску з нагрівом в печі і, таким чином, компенсувати недоліки структурно-механічного стану металу після наплавлення чи зварювання.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕМПЕРАТУРИ НА МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МІДІ У ВИГЛЯДІ ФОЛЬГИ

Протасенко Т.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Широке використання паяння в машинобудуванні можна пояснити технологічними перевагами, основними з яких є можливість з'єднання різнорідних матеріалів, висока статична і динамічна міцність паяних з'єднань. Для багатьох металів і сплавів, які використовуються в якості припоїв, механічні та релаксаційні властивості визначені на масивних зразках, і ці дані не завжди можуть бути використані для розрахування залишкових напружень в спаях , так як припій там знаходиться у вигляді фольги. Метою даної роботи є отримання даних про вплив температури на механічні властивості міді, а також оцінка релаксаційної стійкості мідної фольги в заданому інтервалі температур.

Предметом дослідження був твердий припій МВ (мідь вакуумної плавки). Метою випробування було дослідження механічних властивостей припою у вигляді фольги товщиною 50 мкм при короткочасних і триваліших впливах навантаження при різних температурах.

Результати металографічного аналізу показали, що припій МВ у вихідному і відпаленому стані має різні структури, характерні для деформованого і рекристалізованого стану відповідно.

Механічні випробування показали, що при підвищенні температури від кімнатної до 600 °С характеристики міцності припою МВ монотонно знижуються, а пластичність в інтервалі 200–400 °С зазнає досить різкого зниження, відносне видовження досягає всього $\delta = 2$ %.

Результати випробування на релаксацію напружень припою МВ в стані постачання при t = 20°С (0,21 $T_{пл}$) показали, що вихідний і відпалений зразки мають високу релаксаційну стійкість. За період випробувань 1 хв релаксація напружень при кімнатній температурі практично загасає, аналогічно підвищення температури t = 200 °С приводить до гальмування процесу зниження напружень за 1,5 хв. В той же час випробування при t = 400 °С і t = 600 °С показують, що навіть після 5 хв навантаження матеріал продовжує інтенсивно знеміцнюватися. Аналіз результатів диференційно оброблених кривих РН показує, що для припою МВ характерна наявність двох механізмів релаксації напружень : термоактиваційний і дифузійний.

Аналіз отриманих результатів показав, що на властивості твердого припою МВ значний вплив чинять структурний стан матеріалу, температура випробовувань і масштабний фактор.

ФІЗИКО-ХІМІЧНІ МЕТОДИ ЗМОЧУВАННЯ МЕТАЛІВ

Радченко В. В., Шаповалов О. А., Масалітіна О. В.,
Акімов О. В., Фен Ґан
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Головною умовою для отримання якісного біметалічного лиття є наявність металевого зв'язку між деталями. Саме наявність металевої зв'язки дозволяє надати виливку такий набір властивостей, який в більшості випадків не може бути поєднаний в монометалічних виробах. Наявність металевої зв'язки відрізняє литі біметали від армованих виливків з механічними зв'язками, в яких складові деталі практично зберігають властивості окремих матеріалів.

Процес утворення металевого зв'язку між деталями біметалічної виливки складається з декількох взаємопов'язаних етапів:

1) змочування поверхні твердого металу розплавом;
2) розчинення і взаємна дифузія (якщо це можливо) на межі розділу між твердим металом і розплавом;
3) кристалізація розплаву.

Для виникнення металевого зв'язку необхідно, перш за все, щоб атоми розплавленого металу вступили в безпосередній контакт з поверхневими атомами твердого металу, тобто щоб відбулося змочування. Згідно з другим законом термодинаміки, змочування відбувається спонтанно тільки в тому випадку, якщо цей процес супроводжується зменшенням вільної енергії системи.

Змочування поверхні твердого металу розплавом залежить від співвідношення значень поверхневих напружень твердого металу і розплаву. Тому змочування поверхні твердого металу розплавом може бути поліпшено за рахунок зміни значень поверхневих напружень. Величина поверхневого натягу як твердих, так і рідких металів сильно залежить від природи і властивостей середовища на межі, з якою визначається ця величина. Поверхневий натяг твердого металу, покритого оксидною плівкою, набагато нижче, ніж у чистого металу. Видалення оксидних плівок з поверхні твердого металу покращує змочування твердого металу розплавом. Однак механічного очищення металевої поверхні недостатньо для того, щоб викликати намокання, так як одночасно з видаленням оксидної плівки на поверхні знову відбувається її утворення.

Крім оксидної плівки, на поверхні металів неминуче присутні адсорбовані шари молекул газу і сліди забруднення жиром, які також можуть знижувати вільну енергію поверхні твердого металу. Активність поверхні твердого металу підвищується при хімічній підготовці (травлення, флюсування). В процесі такої підготовки на поверхню твердого металу попередньо наносяться галогенні плівки. Такі плівки беруть активну участь в ході хімічних реакцій в реакційному середовищі, що підвищує адсорбцію атомів. Перспективними галогенідами є ті, які при розкладанні виділяють вільний галоген, а його складова металева частина утворює стабільні оксиди.

RESEARCH OF FORMATION FEATURES OF BORIDING LAYERS AND STRUCTURE OBTAINED ON MARTENSITIC STEEL

Rebrova O.M., Pogribniy M.A., Shevchenko S.M.,
Osin O.G., Siginevsch A.S., Zozulya A.M.
National Technical University
"Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

Power engineering is the main consumer of expensive high-alloy steels. In this regard, the issue of extending the service life of products made of these steels remains a constant and urgent problem. Moreover, steam turbine blades made of these steels are a complex and loaded structure, so they must have high strength and erosion-cavitation resistance.

High strength is achieved by the correct choice of material, rational alloying and the correct selection of heat treatment modes. At the same time, to ensure high erosion cavitation resistance, it is necessary to carry out a number of measures to maximize the service life of these products. From this viewpoint, such a method of chemical-thermal treatment as boriding is quite promising. In addition, the study of the distribution of diffusing and alloying elements in steel has scientific and practical value. Since alloying elements have a fairly noticeable effect on both the kinetics of the formation of boride layers and their structure, phase composition and properties. Such information makes it possible to predict the properties of diffusion layers and provide effective recommendations for strengthening the surface of high-alloy steel.

Analysis of the structure and properties of diffusion boron layers on high-alloy martensitic steel of the 15KH11MF class showed that in complex-alloyed structural steels, the influence of alloying elements on the thickness of the boride layer is usually due to the influence of one or two of the most strongly acting elements. The same can be said about the influence of alloying elements on the ratio of boride phases in the layer, their microhardness and other properties of the resulting coatings. The work pays special attention to the influence of technological parameters of the boriding process on the thickness and uniformity of the formed layer. It was found that the boron layer has a zonal structure, where a hardness gradient is observed from the surface to the core.

Thus, as a result of the study, it was found that the study of structural features indicates that the studied high-alloy steel has a reduced tendency to ferrite formation, which it acquires due to the additional introduction of molybdenum and tungsten into its composition. The features of the formation of the boron layer indicate the presence in the microstructure of three main zones with a characteristic structure, microhardness and an identified phase composition for each layer. It should be noted that the microhardness of the boride phases is close to the microhardness of the layers obtained by simultaneous saturation with chromium and boron.

The obtained results are of important practical importance for increasing the wear resistance of parts operating under conditions of friction and high temperatures.

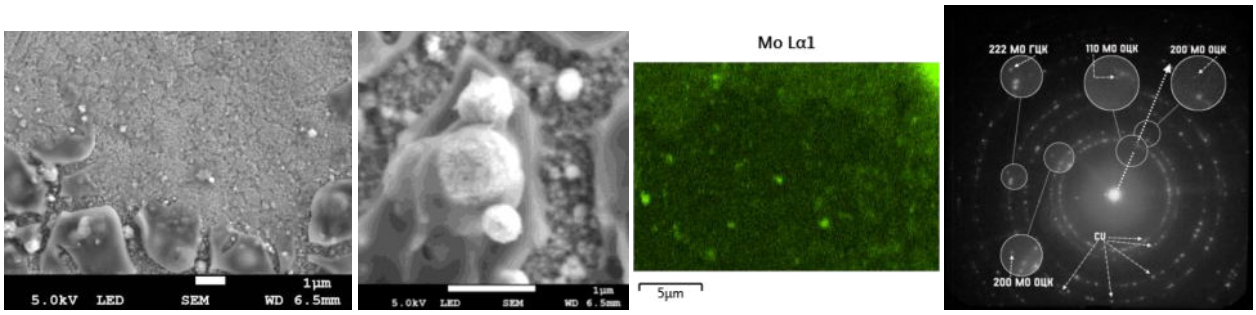
STRUCTURAL STATE OF Cu-0.3%Mo CONDENSATES AFTER HEAT TREATMENT

Riaboshtan V., Zubkov A., Pinchuk N.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

In recent decades, most attention among the problems of nanomaterials has been paid to the most important one - low thermal stability [1]. Composite materials based on copper and a refractory component (Ta, Mo, W) show promising results [2]. Therefore, it is advisable to continue studying their structural transformations under the influence of temperature

The objects of study were Cu-0.3at% Mo foils up to 50 μm thick, obtained by the PVD method at 450°C. Isothermal annealing at T=800°C for 30 minutes was performed. The foils were studied by scanning electron microscopy at Karlstad University (Sweden).

After annealing, the structure of the matrix metal consists of copper grains and spherical particles in the boundary region. They vary in size from 0.14 to 0.7 microns. According to the characteristic X-ray recording (Fig. 1, c), only the smallest of them are molybdenum particles. This confirms the previous results about the mechanism of evolution of the structural state of molybdenum from the adsorption layer of atomic thickness to partially coherent FCC particles recorded by TEM (Fig. 1.d), followed by the formation of molybdenum's own BCC particles on the surface of the matrix grains.



a) b) c) d)

Figure 1 - Electron microscopic images of Cu-0.3at%Mo taken in high-resolution SEM (a, b) and EDS (c) after annealing; d) in TEM diffraction mode in the initial state.

References:

1. Edelstein, A. S., Murday, J. S., & Rath, B. B. (1997). Challenges in nanomaterials design. Progress in materials science, 42(1-4), 5-21.

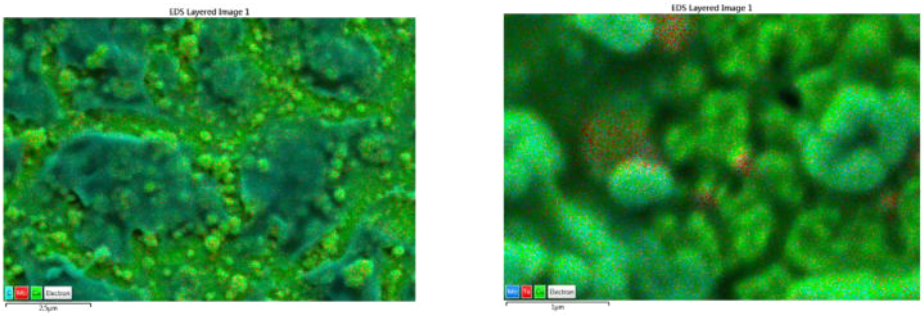
2. Riaboshtan, V., Zubkov, A., Zhadko, M., Zozulya, E., & Zubarev, E. (2024). "The influence of the condensation rate on the structure of Cu-Mo pseudoalloys." Low Temperature Physics 50.1 (2024): 44-47.

THE STUDYING OF THE LOCATION OF SECOND-PHASE PARTICLES IN COPPER PSEUDO-ALLOYS BY ENERGY DISPERSIVE SPECTROSCOPY

Riaboshtan V., Zubkov A., Pinchuk N.
National Technical University
"Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

The use of nanomaterials in manufacturing is limited by their high tendency to growth of structural components and loss of properties [1]. Previous studies have shown the possibility of significantly increasing the ability to resist thermal effects by alloying the matrix metal with refractory immiscible components. The aim of this work is to study their distribution in the copper matrix.

The objects of research were Cu-0.3at%Mo foils up to 50 μm thick, obtained by the PVD method at a temperature of 450°C. Isothermal annealing at T=800°C for 30 minutes was performed. The foils were studied by scanning electron microscopy at Karlstad University (Sweden).



a) b)

Figure 1 - Image in the mode of characteristic X-ray radiation registration: a) sample 1; b) sample 2

The analysis of characteristic X-ray traces shows that particles of both molybdenum and tantalum in the copper matrix are arranged in such a way that they describe areas free of these impurities (Fig. 1). At the same time, a difference in the formation of tantalum clusters was also recorded.

The size of the zones free of tantalum particles is in the range of 300 - 350 nm, which is 100 nm larger than the grain size in the initial state, indicating that they are formed by the effect of imitation [2].

References:

1. Edelstein, A. S., Murday, J. S., & Rath, B. B. (1997). Challenges in nanomaterials design. Progress in materials science, 42(1-4), 5-21.

2. Гапонова О.П., Будник А.Ф. (2014). Сталі та сплави з особливими властивостями. Видавництво СумДУ -http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/34052

ПІДВИЩЕННЯ СТРОКУ РОБОТИ ВАЛКІВ ПРОФІЛЕЗГИНАЛЬНИХ СТАНІВ

Саєнко О.Ф., Губський С.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Робочі елементи валків профілезгинальних станів піддаються підвищеним контактним навантаженням. Виробництво нових валків потребує порівняно великих витрат. Тому підвищення строку роботи валків профілезгинальних станів є актуальною проблемою [1].

На сучасних металургійних заводах робочі елементи валків у профілезгинальних верстатів виготовляють із кованих циліндричних заготовок зі сталі 9Х1. Конструкція валків передбачає можливість використання допоміжних деталей з менш дефіцитних матеріалів, зокрема сталей 45, 50, що дозволяє знизити виробничі витрати без погіршення експлуатаційних характеристик. Зокрема, застосування економнолегованих сталей із покращеними характеристиками термообробки забезпечує баланс між витратами на виробництво та довговічністю виробів.

Оптимальний хімічний склад литої графітованої сталі для валків включає (%): C – 1,4; Si – 1,2; Mn – 0,5; Mg – 0,2; Ce – 0,2; Cr – до 0,1; Ni – до 0,1; S – не більше 0,1; P – 0,2. Для покращення зносостійкості застосовують графітизувальний відпал (1000 °C, 3 години), гартування (830 °C у маслі або воді) і відпуск (150 °C). Графіт у структурі сталі утворює захисну плівку, що знижує тертя та сповільнює зношування.

Промислові випробування підтвердили, що валки з графітованої сталі мають у 1,8–2,4 раза вищу довговічність порівняно з традиційними валками зі сталі 9Х1. Їхній термін служби в середньому на 40 % перевищує аналогічні вироби з кованої сталі 9Х1.

Завдяки багаторічному досвіду роботи профілезгинальних станів визначено, що найкращими матеріалами для валків є сталі Х12, Х12Ф1 і Х12М, проте їхня висока вартість обмежує використання. Тому в навантажених станах застосовують сталі 9Х1 і 9ХС, а для менш навантажених деталей використовують доступніші сталі 45, 40Х і У10.

Подальші дослідження у цій сфері можуть зосередитися на розробці нових композитних матеріалів та вдосконаленні технологій термічної обробки для підвищення довговічності та продуктивності валків. Використання сучасних методів моделювання та випробувань дозволить оптимізувати процес виробництва та зробити валки ще більш стійкими до інтенсивних навантажень у процесі формування профілів. Крім того, перспективним напрямом є розробка технологій наплавлення твердосплавних покриттів на робочі поверхні валків, що може значно підвищити їхню стійкість до абразивного зношування та контактної втоми.

Література:

1. Kang, C.; Sun, B.; Zhang, X.; Yao, C. Research on the Mechanism and Processability of Roll Forming. Materials 2024, 17(13), 3126.

ПРИВАРКА ШПИЛЬОК ДЛЯ КРІПЛЕННЯ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Ситников П. А.[1], Король М. О.[2]

[1] Національний технічний університет «ХПІ», м Харків

[2] ТОВ «Науково-виробнича фірма «ЗВАРКОНТАКТ», м Харків

Кріплення теплоізоляційних матеріалів є поширеним різновидом робіт, який використовується при будівництві багатьох споруд. Однією з проблем кріплення теплоізоляції є її надійна фіксація на металевій поверхні, що потребує застосування різних технологічних рішень, зокрема кріплення гвинтами, саморізами, закріплення дротом тощо. Такі види кріплення є дорогими та в багатьох випадках потребують необхідності свердління отворів, які знижують експлуатаційну надійність металоконструкції.

Авторами роботи розроблено обладнання та досліджено спосіб кріплення теплоізоляційних матеріалів дуговою приваркою шпильок методом «короткого циклу». Цей спосіб полягає в тому, що при натисканні кнопки зварювального пістолета шпилька, яка контактує з основним металом, замикає ланцюг, після чого підіймається на задану відстань та за рахунок протікання струму утворює зварювальну дугу. Впродовж короткого проміжку часу в середовищі аргону торець шпильки та поверхня основи оплавляються, під дією пружини пістолету шпилька осаджується в основу, здійснюючи гасіння дуги, сприяючи початку кристалізації розплавленого металу зварювальної ванни [1]. Після приварки шпильки на неї насаджується теплоізоляція, а її кінець загинається.

Перевірку обладнання та способу проводили при приварці партії шпильок довжиною 250 мм та діаметром 3,0 мм, нарізаних зі зварювального дроту марки Св-08Г2С, на поверхню металевої пластини з сталі S235JR товщиною 2,5 мм. Приварку здійснювали на установці ПУШ-850С при зварювальному струмі $I_{зв}$ = 200 А, напрузі дуги $U_д$ = 18 В та тривалості імпульсу $t_{зв}$ = 0,1 с.

Випробування малоциклічної втоми з'єднання «шпилька-пластина», а саме згинання привареної шпильки відносно її осі на кут 90º при плечі згину 100 мм показали, що приварена шпилька витримує 17 повних згинання з поверненням до вихідного стану. При цьому, подальше пружно-пластичне руйнування шпильки, здійснювалось по її основному металу.

Запропонований спосіб кріплення теплоізоляції є продуктивним, дозволяє приварювати шпильки на металоконструкції зі сталей різного хімічного складу, виключає деформації поверхонь при виконанні приварки.

Роботу підготовлено в межах Договору про науково-технічне співробітництво та наукове консультування від 03.06.2024 р., № 145/38-2024 між НТУ «ХПІ» та ТОВ НВФ «ЗВАРКОНТАКТ».

Література:

1. Ситников П. А., Король М. О. Установка для приварки метизів. *Теоретичні та практичні дослідження молодих вчених* : збірник тез доповідей 18-ї Міжнар. наук.-практ. конф. магістрантів та аспірантів, 19–22 лист. 2024 р. Харків, 2024. С. 779.

ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ТА КОРОЗІЙНОЇ СТІЙКОСТІ ОКСИДНИХ ШАРІВ, ЩО ФОРМУЮТЬСЯ МІКРОДУГОВИМ ОКСИДУВАННЯМ НА АЛЮМІНІЄВО-КРЕМНІЄВИХ СПЛАВАХ

Субботін О.В., Білозеров В.В., Колупаєв І.М., Субботіна В.В., Юшко А.В.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Останнім часом алюмінієво-кремнієві сплави (силуміни) знаходять дедалі більше широке застосування в промисловості. Однак, поряд із низкою очевидних переваг, їхнім істотним недоліком залишається недостатня зносостійкість і корозійна стійкість.

Мікродугове оксидування (МДО) є одним із найперспективніших методів формування багатофункціональних покриттів на робочих поверхнях деталей з алюмінієво-кремнієвих сплавів. Оксидні шари наносили методом МДО в лужно-силікатному електроліті на силуміни марок АЛ2 (10 – 13 % Si) та АЛ4 (5 – 7 % Si). Обробку проводили в анодно-катодному режимі за частоти струму 50 Гц із постійними значеннями густини струму та співвідношення амплітуд анодного і катодного струмів.

Структуру отриманих оксидних покриттів вивчали методом рентгенофазового аналізу з використанням дифрактометра ДРОН-4 (Cu–Kα випромінювання). Вимірювання мікротвердості оксидних шарів проводили за Віккерсом за допомогою твердоміра ПМТ-3.

Дослідження показали, що однією з мікроструктурних особливостей оксидних покриттів є їх двошарова будова. За рентгеноструктурними даними, покриття має кристалічну будову, фазовий склад: оксиди алюмінію α-Al_2O_3 (корунд) і γ-Al_2O_3 та муліт ($3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$).

Отримані результати свідчать, що МДО-обробка сплаву АЛ4, завдяки нижчому вмісту кремнію, має кращу адгезію оксидного шару до основи, менш схильний до утворення мікротріщин. Покриття формуються рівномірніші й щільніші, що позитивно впливає на антикорозійні властивості. Що стосується МДО-обробки сплаву АЛ2, можна сказати, що більший вміст кремнію забезпечує більше включень SiO_2 у покритті, що підвищує твердість і зносостійкість, але водночас може ускладнювати процес формування однорідного шару.

Таким чином, сплав АЛ2 має потенціал для вищої твердості покриття, але АЛ4 забезпечує стабільніші результати із меншою кількістю дефектів. Вибір сплаву залежить від цілей: для зносу – АЛ2, для рівномірного захисту й корозійної стійкості – АЛ4.

КІНЕТИКА ФОРМУВАННЯ ТОВЩИНИ ТА ФАЗОВОГО СКЛАДУ МДО-ПОКРИТТІВ НА СПЛАВІ АМг6

Субботін О.В., Білозеров В.В., Субботіна В.В., Баранніков В.М., Скубак Д.В.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Розвиток технологій модифікування поверхні металів і сплавів є актуальним завданням сучасного матеріалознавства. Одним із найперспективніших методів формування зносостійких і захисних покриттів на алюмінієвих сплавах є метод мікродугового оксидування (МДО). Цей метод дає змогу отримувати покриття з високою твердістю, корозійною стійкістю і зносостійкістю, що робить його затребуваним в аерокосмічній, автомобільній та машинобудівній галузях. Незважаючи на широке застосування технології МДО, до теперішнього часу залишаються невирішеними питання, пов'язані з кінетикою зростання товщини покриттів і формуванням їхнього фазового складу.

Мета даної роботи – формування покриттів та їх властивості на алюмінієвому сплаві АМг6.

Досліджено кінетику зростання товщини покриття та його фазовий склад. Встановлено, що покриття має двошарову кристалічну будову. Показано, що склад лужно-силікатного електроліту та тривалість електролізу суттєво прискорює процес формування товщини МДО-покриття.

Встановлено, фазовий склад покриття постійний по всій товщині покриття та представляє оксид алюмінію у низькотемпературній модифікації γ- Al_2O_3. Цей результат вказує на те, що не утворюються термодинамічні умови для $\gamma \rightarrow \alpha$ перетворення.

Цю особливість фазового складу покриттів на сплаві АМг6 можна пояснити взаємодією катіонів Mg (основний легуючий елемент сплаву) з оксидом алюмінію. Механізм стабілізуючої дії Mg полягає, ймовірно, з утворенням сполук типу твердого розчину зі структурою, що відповідає формі оксиду алюмінію.

Формування твердого розчину заміщення катіонного типу знижує дифузійну активність Al^{+3}, тобто стабілізує структуру γ-Al_2O_3.

Покриття зі структурою γ-Al_2O_3 має твердість – 14 ГПа, що набагато нижче твердості покриттів зі структурою α- Al_2O_3.

ФОРМУВАННЯ ЗНОСО-ТА КОРОЗІЙНОСТІЙКИХ ПОКРИТТІВ МІКРОДУГОВИМ ОКСИДУВАННЯМ НА СТАЛЕВИХ ДЕТАЛЯХ

Субботін О.В., Білозеров В.В., Субботіна В.В., Бобров В.І., Коршун М.О.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Активний розвиток технічного прогресу в сучасному світі вимагає суттєвого підвищення фізико-механічних характеристик функціональних матеріалів з метою розширення сфер їх ефективного застосування. Особливо складними є завдання, пов'язані з підвищенням зносостійкості поверхонь сталевих деталей, що працюють у відповідальних вузлах морської та авіаційної техніки. У багатьох випадках саме властивості поверхневого шару визначають можливість використання виробу, а також його стійкість до механічного зносу або агресивного хімічного впливу.

Успішні результати синтезу ефективних МДО-покриттів на алюмінієвих деталях продемонстрували перспективність застосування методу МДО і для сталевих виробів - за умови попереднього формування на їхній поверхні алюмінієвого шару. Нині в промисловості застосовують різні методи алітування сталі, включно з дифузійним насиченням поверхні алюмінієм, газополум'яним і плазмовим напиленням, плакуванням, а також вакуумним випаровуванням алюмінію.

Метою даної роботи є створення на конструкційній вуглецевій сталі марки Ст45 зносостійких корундових покриттів шляхом нанесення газоплазмовим напиленням алюмінієвого шару (алюмінієвий порошок АС9-1) з наступним проведенням мікродугового оксидування.

Отримане МДО-покриття складається з трьох шарів: технологічного, функціонального (робочого), що має високі показники твердості та зносостійкості, а також металевої підкладки. Сформоване покриття має загальну товщину оксидного шару близько 180 мкм.

У ході дослідження було здійснено рентгеноструктурний аналіз отриманих покриттів. Виявлені виражені дифракційні піки свідчать про кристалічну структуру покриття. Фазовий аналіз показав, що основними складовими є високотемпературні оксиди алюмінію в формах γ-Al_2O_3 та α-Al_2O_3.

Твердість поверхневого шару є головним фактором, що впливає на зносостійкість оксидного покриття. Вона визначається фазовим складом та співвідношенням фаз у покритті. Максимальна твердість покриття спостерігається при певному співвідношенні фаз $\alpha{-}Al_2O_3$ (80 %) і $\gamma{-}Al_2O_3$ (20 %) та складає - 20 ГПа.

Таким чином, результати дослідження показали можливість та доцільність використання технології МДО для зміцнення поверхні сталевих деталей.

АНАЛІЗ ФАЗОВОГО СКЛАДУ МДО-ПОКРИТТІВ, СФОРМОВАНИХ НА АЛЮМІНІЄВОМУ СПЛАВІ У ЛУЖНО-СИЛІКАТНОМУ ЕЛЕКТРОЛІТІ

Субботін О.В., Білозеров В.В., Субботіна В.В., Калініченко І.А., Афанасьєв Є.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Алюмінієві сплави широко застосовуються в авіаційній, автомобільній та машинобудівній галузях завдяки їх низькій щільності, високій міцності та корозійній стійкості. Однак для покращення експлуатаційних характеристик, зокрема зносостійкості та корозійної стійкості необхідно модифікувати їхню поверхню. Одним із ефективних методів є мікродугове оксидування (МДО), яке дозволяє отримувати керамікоподібні покриття з високими захисними властивостями.

Фазовий склад утвореного оксидного шару значною мірою визначає його механічні властивості та довговічність. Використання лужно-силікатних електролітів у процесі МДО дає змогу модифікувати структуру покриття, регулюючи вміст оксидів алюмінію та силікатних сполук. Однак вплив технологічних параметрів на фазовий склад таких покриттів досліджений недостатньо.

Метою даної роботи є аналіз фазового складу МДО-покриттів, сформованих у лужно-силікатному електроліті, та визначення його впливу на властивості покриттів.

У роботі представлено результати дослідження фазового складу покриттів на алюмінієвому сплаві Д16, які отримані методом мікродугового оксидування (МДО) у лужно-силікатному електроліті в катодно-анодному режимі. Визначено залежність фазового складу покриттів від параметрів процесу оксидування, зокрема густини струму, часу обробки та складу електроліту. Отримані результати дозволять оптимізувати технологічні режими формування МДО-покриттів для підвищення їх зносостійкості та корозійної стійкості.

МДО обробка сплаву Д16 забезпечує формування покриття, яке має багатошарову будову. Рентгеноструктурний аналіз покриттів показав, що основними фазами покриття є оксиди алюмінію в модифікації γ-Al_2O_3, α-Al_2O_3 та муліт ($3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$). Отримані результати свідчать про те, що фазовий склад покриття непостійний, а залежить від товщини покриття. Особливий практичний інтерес становить вміст фази α-Al_2O_3, оскільки вона має максимальну твердість серед інших модифікацій оксиду алюмінію. Результати показали, що для забезпечення в покритті вмісту α-Al_2O_3 понад 80% потрібно формувати покриття товщиною ~ 200 мкм. У цьому випадку забезпечується максимальна твердість (~ 18 ГПа) і зносостійкість покриттів, що потрібно для деталей, які працюють у парах тертя.

ПРОБЛЕМИ ЗНИЖЕННЯ РОБОТОЗДАТНОСТІ ЕЛЕКТРОЛІТУ ТА ШЛЯХИ ЇЇ СТАБІЛІЗАЦІЇ У ПРОЦЕСІ МДО

Субботін О.В., Білозеров В.В., Субботіна В.В., Фесюков С.О., Счастна А.В.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Для формування МДО-покриттів на сплавах вентильної групи важливою характеристикою є працездатність електроліту, тобто тривалість часу, протягом якого можливо отримувати покриття з необхідними експлуатаційними властивостями без потреби у заміні електроліту. Проведені експериментальні дослідження показали, що в процесі мікродугового оксидування електроліт поступово збіднюється, що негативно позначається на характеристиках утворюваних покриттів.

З метою встановлення причин погіршення якості поверхні, зниження мікротвердості МДО-покриттів на алюмінієвих сплавах було досліджено зміну значення pH у лужно-силікатному електроліті, що містить 2 г/л KOH і 6 г/л Na_2SiO_3. Процес МДО проводився при щільності струму 20 А/дм², за температури електроліту близько 20 ºС. Встановлено, що при оксидуванні протягом 12...15 А·год/л рівень pH змінюється незначно, що відповідає лише незначному зменшенню мікротвердості утворених покриттів.

Продовження формування МДО-покриття призводить до суттєвого зниження pH електроліту, що, у свою чергу, негативно впливає на мікротвердість утвореного зміцненого шару та на його якість. Під час процесу МДО електроліт поступово збіднюється на іони Na^+ , K^+ і SiO_3^{2-} та збагачується іонами AlO_2^-, що спричиняє зниження рівня pH. Водночас електроліт втрачає лужність і насичується гідроксидом алюмінію, що призводить до погіршення характеристик покриття і унеможливлює подальше ефективне протікання процесу МДО.

Отже, основними причинами зниження працездатності електроліту та мікротвердості покриття є: вбудовування складових електроліту в структуру МДО-покриття, утворення важкорозчинних осадів та нейтралізація луги.

Забезпечити стабільну працездатність електроліту на початкових етапах обробки можливо за умови підтримання початкового значення pH. Для цього необхідно своєчасно видаляти з електроліту гідроксид алюмінію та компенсувати втрати луги шляхом додавання гідроксиду калію.

RESISTANCE OF RESIDUAL STRESSES INDUCED BY ROLLERS DURING CYCLIC AND REPEATED STATIC BENDING

Subbotin Y.O., Bilozerov V.V., Permyakov O.A., Subbotina V.V., Subbotin O. V.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

The problem of increasing structural strength is becoming increasingly important due to the growing load and speed of modern machines. Among the progressive processes aimed at improving the reliability and durability of such products, a special place is occupied by surface plastic deformation (SPD) hardening.

Studying the physical, mechanical, and structural characteristics, especially residual macrostresses, when choosing methods and modes of SPD, as well as the patterns of their change under conditions close to operational ones, will allow us to choose not only the optimal methods of strengthening parts, but also to develop scientifically sound standards for such a choice. Management of residual stresses will make it possible to realize the potential capabilities of high-strength steels to a greater extent. This paper is devoted to solving these topical issues.

The paper is devoted to the stability of residual stresses induced by pumping during cyclic and repeated static equiaxial bending. In order to predict the reliability and durability of parts, it is necessary to know not only the level of compressive residual stresses induced by the SPD, but also their stability during operation. Therefore, the study of the patterns of change in residual stresses under conditions close to operating conditions is of great scientific and practical importance.

A separate study of residual stresses in the zones subjected to compressive and tensile stresses from familiar-constant bending was carried out on specimens with and without stress concentrators. A fundamentally different pattern of changes in residual stresses in the compression and tensile zones under external loading was revealed. Thus, in the tensile zone, the residual stresses hardly change during loading, while in the compression zone, a significant decrease in the initial stress level and even a transition to tensile stresses in the case of repeated static loading are observed. The presence of structural stress concentrators leads to a more intense reduction in the level of residual stresses.

There is a correspondence between the results of fatigue tests on a crack in the compression zone and the nature of the change in residual stresses. A sharp change in residual stresses under the influence of cyclic compression leads to the fact that the first fatigue crack occurs on the surface in the compression zone.

The study suggests that in the case of alternating loads, the initial damage in high-strength steel parts hardened by SPD occurs during the compressive part of the cycle. Fatigue crack growth up to fracture occurs during the tensile part of the cycle.

It has been shown that the search for ways to improve the reliability of parts with a pressed bushing can be carried out both in terms of increasing the level of mechanical properties of the part material and, first of all, the surface layer, and in terms of structural changes of the assembly that can reduce the concentration of bending stresses at the bushing edge.

ІННОВАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В ПАТЕНТОЗНАВСТВІ: ЦИФРОВІ ДВІЙНИКИ ТА ВІРТУАЛЬНІ ПРОТОТИПИ В ОБРОБЦІ МЕТАЛІВ

Субота Д.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сучасні інструменти інженерного моделювання трансформують процес створення та захисту нових технічних рішень. Особливо важливою стає технологія цифрового двійника – віртуальної копії фізичного об'єкта або процесу, що дозволяє проводити багатофакторне тестування без фізичного виготовлення прототипу. У сфері обробки металів це відкриває нові можливості як для розробників, так і для авторів патентів.

Цифрові двійники верстатів, інструментів або технологічних ліній дозволяють виявити вузькі місця, проаналізувати динаміку зносу, вплив вібрацій або теплових деформацій. Отримані дані використовуються для створення патентоспроможних рішень, які вже на етапі подання заявки мають глибоке інженерне обґрунтування. Це суттєво підвищує шанси на успішну експертизу в патентному відомстві.

Ще один важливий напрям – віртуальні прототипи, що створюються в CAD/CAM-середовищах (Siemens NX, CATIA, Fusion 360). Вони дозволяють проводити повноцінне моделювання поведінки об'єкта в умовах, максимально наближених до реальних. Це особливо актуально для механізмів, які працюють в екстремальних умовах – наприклад, у прецизійній обробці або при високих температурах.

Також перспективним є використання штучного інтелекту та машинного навчання для моделювання та автоматичного генерування нових конструкцій, зокрема за допомогою топологічної оптимізації. Це дозволяє створювати геометрично нестандартні, але надзвичайно ефективні форми, які можуть бути унікальними з точки зору патентного захисту.

Таким чином, моделювання стає не просто допоміжним інструментом, а активним рушієм винахідницької діяльності, що дозволяє створювати, тестувати й аргументовано захищати інновації у сфері обробки металів. Його правильне використання дає змогу сформувати високоякісну заявку з глибоким технічним змістом і сильним правовим захистом.

НАНОТЕХНОЛОГІЇ У ВДОСКОНАЛЕННІ АЛЮМІНІЄВИХ СПЛАВІВ У ЛИВАРНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Треньов М.С., Пономаренко О.І.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Зростаюча конкуренція між підприємствами ливарної галузі висуває нагальні вимоги до підвищення якості виготовлених деталей. Сьогодні традиційні методи, як-от термічна обробка, легування, застосування модифікаторів і спеціальних формувальних сумішей, вже широко використовуються, однак для досягнення кращих результатів потрібні нові технології [1]. Однією з таких технологій є використання наноматеріалів, зокрема наночастинок, які завдяки своїм унікальним характеристикам можуть істотно покращити експлуатаційні властивості металевих відливок. Серед них особливо виділяються вуглецеві нанотрубки, що стають основою концепції технічного оновлення ливарного виробництва. Особливе місце серед таких композитів займають системи на основі алюмінію, який широко застосовується у виробництві літальних апаратів, автотранспорту й спортивного обладнання. Водночас однією з основних проблем є досягнення однорідного розподілу наноматеріалів по об'єму розплаву, що потребує ретельно розроблених технологій введення. Комбінування існуючих марок сплавів з нанокомпонентами дозволяє створити нові якісні матеріали, які відповідають сучасним вимогам виробництва. Практичне застосування таких інновацій показує, що завдяки створенню армованої структури можна досягти значного підвищення міцності та надійності відливок. Монолітна матриця забезпечує рівномірний розподіл навантаження та зберігає геометричну точність елементів навіть за умов складної експлуатації. Ці результати дозволяють не тільки покращити якість продукції, а й сформувати нові підходи до розвитку виробництва. Для прикладу застосування нових технологій пропонується дослідження алюмінієвого поршня відповідального призначення, виготовленого із використанням нанокомпозитів. Метою є досягнення покращених характеристик без збільшення маси виробу, що є критичним для транспортного та енергетичного машинобудування.

Таким чином, використання нанотехнологій у ливарному виробництві відкриває нові горизонти в підвищенні ефективності й надійності алюмінієвих сплавів. Модифікація сплавів наноматеріалами дозволяє створювати технологічні рішення нового рівня, що забезпечують рівномірне введення функціональних добавок і зміцнення структури металу. Подальший розвиток цих технологій стане основою для модернізації всього ливарного сектору та посилення його конкурентоспроможності.

Література:

1. Olga Ponomarenko et al. Operation Control of Melting Furnaces in Foundry Workshops Using Simulation Models. In: Cioboată, D.D. (eds) International Conference on Reliable Systems Engineering (ICoRSE) - 2024. ICoRSE 2024. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 1129. Springer, Cham.

ВПЛИВ ПАТЕНТНОГО АНАЛІЗУ НА ОПТИМІЗАЦІЮ ПРОЦЕСУ КУВАННЯ РУЧКИ З ВИКОРИСТАННЯМ САПР QFORM

Шабля Є.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Проєктування та оптимізація процесу кування ручки з використанням програмного комплексу QForm потребує комплексного підходу, що поєднує сучасні методи комп'ютерного моделювання, експериментальні дослідження та аналіз патентної чистоти технологічних рішень. У рамках дослідження було проведено серію числових експериментів у QForm версії 11.3 [1] з оптимальними параметрами: температура 450±20°C, сила 150±20 тонн, швидкість деформації 5±1 мм/с, що відповідає вимогам НД.

Отримані результати демонструють значне покращення технологічних показників – підвищення ефективності деформації на 18% порівняно з традиційними методами, зниження енерговитрат на 12% та поліпшення якості поверхні (шорсткість Ra зменшена з 3.2 до 1.6 мкм).

Паралельно проведений патентний пошук за МПК B21J 5/02 у базах UkrPatent [2] та Espacenet [3] виявив два потенційних патентних обмеження, що стосуються аналогічних технологічних рішень. Для уникнення порушень патентних прав запропоновано оригінальне технічне рішення, яке передбачає зміну кута нахилу рукоятки на 7°. Ця модифікація дозволила зберегти всі переваги розробленої технології при повній відповідності вимогам патентного права.

Отримані результати свідчать про значний потенціал для подальшого вдосконалення технології, зокрема шляхом інтеграції AI-алгоритмів для оптимізації параметрів кування. Розробка має всі ознаки патентоспроможності [3] та може бути захищена як корисна модель. Для повноцінного впровадження рекомендовано подати заявку на патент України та розглянути можливість міжнародного патентного захисту через систему PCT [3].

Дослідження проводилося у 2025 навчальному році з використанням студентської ліцензії QForm [2]. Технологічні параметри та методика розрахунків відповідають вимогам, встановленим у НД. Отримані результати можуть бути корисними для виробників металовиробів, що шукають шляхи оптимізації своїх технологічних процесів з урахуванням вимог інтелектуальної власності [3].

Література:

1. QForm User Manual : URL: https://qform3d.com/files_com/docs/what_is_new_in_QForm9_Extrusion.pdf
2. База пошуку патентів УкрНОІВІ - URL: https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/simple/
3. База пошуку патентів Espacenet - URL: https://worldwide.espacenet.com/patent/search

ПЕРСПЕКТИВНІ СПЛАВИ ДЛЯ СУЧАСНИХ ПОРШНІВ ДВЗ

Шевченко І. О., Кузніченко В. Ю., Севоян А. А.,
Масалітіна О. В., Акімов О. В.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сучасні поршні двигунів внутрішнього згоряння переважно виготовляються з алюмінієвих сплавів, особливо силумінів, завдяки їх високій міцності та твердості при підвищених температурах, низькому коефіцієнту теплового розширення та хорошим антифрикційним властивостям. Одним з традиційних сплавів вважається АК12М5А, що має гарну ливарність і жаростійкість. Німецькі виробники виділяють сплав KS1275 як універсальний для бензинових та дизельних двигунів, тоді як KS282 використовується при високих навантаженнях, незважаючи на складність обробки. Компромісними є сплави KS281.1 та KS280 з трохи меншим вмістом кремнію.

Однак із зростанням ефективного тиску двигуна алюмінієві сплави, такі як АК12М2МгН і АЛ30 можуть не забезпечувати необхідну теплостійкість. Додаткові заходи – жароміцні вставки та покриття – підвищують робочі характеристики, але обтяжують конструкцію та збільшують вартість. Чавун, у свою чергу, володіє кращою термостійкістю, меншим тепловим розширенням і більшою довговічністю, хоча і поступається алюмінію теплопровідністю і вагою.

Особливо перспективним є чавун з вермікулярним графітом (ЧВГ), що дозволяє зменшити зазор між поршнем і циліндром, знизити витрату олії та шум, а також покращити процес згоряння палива за рахунок допуску вищих температур. Тим не менш, при температурах вище 600 ° С чавун втрачає свої властивості, що робить його непридатним для адіабатних двигунів. Оптимальне рішення в майбутньому – біметалічні поршні, що поєднують властивості різних матеріалів для досягнення найкращої теплостійкості, міцності та зносостійкості.

В умовах різких перепадів температур металокерамічні матеріали мають підвищену стійкість до термічного удару і високу стійкість до динамічних навантажень в порівнянні з керамікою. Однак більшість металокерамічних матеріалів, що використовуються для деталей ДВЗ, мають високу теплопровідність і не можуть забезпечити надійну теплоізоляцію камери згоряння.

З огляду на те, що монометалеві поршні не зможуть забезпечити тривалу роботу двигуна в умовах високого ступеня наддуву, особливо перспективним стає використання біметалевих поршнів. Значного результату можна очікувати від використання вставок для поршневої камери згоряння, виготовлених з термостійких і низькотеплопровідних матеріалів.

МОДЕЛЮВАННЯ ПЕРЕРОЗПОДІЛУ АЗОТУ ЗА ГЛИБИНОЮ У ПУАНСОНАХ ЗІ СТАЛІ 9ХС В ПРОЦЕСІ КІА

Шевченко С.М., Терлецький О.С., Реброва О.М., Протасенко Т.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Метою моделювання є аналіз процесу дифузійного перерозподілу азоту в інструментах з легованої сталі 9ХС під час їх ізотермічного нагріву, що здійснюється після іонного азотування в межах комплексної технології обробки.

Для інструментальних сталей, зокрема 9ХС, перевагу має саме комплексне іонне азотування (КІА), при якому після низькотемпературного азотування проводиться нагрів до температури гартування, що супроводжується подальшим дифузійним насиченням шару, утвореного в процесі азотування. Такий перерозподіл азоту відбувається за нестаціонарними умовами та підпорядковується другому закону дифузії Фіка. Оцінка і прогноз глибини проникнення азоту під час нагріву після азотування має суттєве значення для ефективного застосування комплексної технології.

Моделювання процесу проводили в середовищі COMSOL Multiphysics 5.5 на прикладі деталі – пуансону зі сталі 9ХС (0,9 % C; 1,1 % Cr; 1,4 % Si за масою), робоча частина якої має діаметр d = 2 мм. Іонне азотування виконували при температурі 540–560 °C протягом однієї години, внаслідок чого середня глибина азотованого шару на бічній циліндричній поверхні та верхньому торці становила 80 мкм. Азотований шар складається з поверхневої зони ε-нітридів товщиною до 30 мкм, під якою розташована α-фаза (ферит), легована азотом, до глибини 50 мкм. За розрахунками, концентрація азоту у нітридному шарі сягає 8,7 % мас. Наступний етап передбачає нагрівання та ізотермічну витримку за температури гартування Тн = 1133 K (860 °C).

Для практичного застосування корисні результати моделювання про поверхневу концентрацію азоту та його дифузійну довжину від загального часу витримування при $t_н$ = 860 °C– табл. 1.

Таблиця 1. – Поверхнева концентрація азоту та його дифузійна довжина

Час витримування τ, хв.	Концентрація азоту, ат %	Дифузійна довжина, мкм
3,25	15	200–225
8,25	9,0	300–325
13,25	7,2	350–400
23,25	5,9	450–500
33,25	5,0	550–625
63,25	3,9	700–750

Таким чином, згідно з результатами моделювання, для досягнення глибини проникнення азоту до 750 мкм необхідна ізотермічна витримка протягом майже однієї години при температурі гартування.

ПІДВИЩЕННЯ РОБОТОЗДАТНОСТІ ВИРОБІВ З ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ СТАЛЕЙ МОДИФІКУВАННЯМ СТРУКТУРИ ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ ІОННИМ АЗОТУВАННЯМ ТА ТЕРМІЧНОЮ ОБРОБКОЮ

Шевченко С.М., Стовбовий В.А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Досліджений спосіб глибинного азотування за рахунок спільної дії двух процесів: іонного азотування та наступної термічної обробки виробів з легованих сталей 9ХС, Р6М5, Х12МФ базується на іонному азотуванні з використанням двоступеневого вакуумно-дугового розряду в газовому середовищі і дозволяє в єдиному технологічному процесі, що включає в себе азотування з наступною високотемпературною термічною обробкою (гартування і відпуску), значно інтенсифікувати процес зміцнення поверхневого шару (ПШ) виробу, отримати модифікований, легований азотом шар глибиною, що перевищує 250 мкм і мікротвердістю до 11000 МПа, керувати структурно-фазовим складом, а отже, і необхідними експлуатаційними характеристиками виробів, такими як корозійна і зносостійкість. На відміну від класичної технології азотування, де сталь термічно обробляється перед процесом азотування, а після процесу не потрібна механічна обробка поверхні, пропонується інша послідовність етапів циклу азотування для збільшення глибини азотування і можливості доведення поверхні після азотування до необхідних розмірів: 1. Азотування сталі без попередньої термічної обробки; 2. Термічна обробка стали; 3. Механічна обробка поверхні для зняття зневуглецьованого шару і забезпечення заданого класу шорсткості.

Режим азотування: середа – азот; тиск: $3 \cdot 10^{-3}$ Па; температура: 550-600 ^{0}C; напруга на підкладці: 600-900 V; напруга в мережі: 220 V; тривалість процесу: 1 година. Режим термічної обробки: класична термічна обробка для даної марки сталі. Азотування дозволяє отримати глибокий азотистий шар зі структурою, що складається з ε-фази (Fe_2N), γ-фази (Fe_4N) і α-твердого розчину впровадження N в Fe. При термічній обробці відбувається нагрів азотованого шару, дифузія азоту йде вглиб виробу і в навколишнє середовище. При охолодженні азот проникає далі, вглибину деталі. Структура, що забезпечує високі експлуатаційні властивості – азотистий мартенсит відпуску.

Особливістю морфології ПШ сталі при комплексній обробки є наявність досить глибокого (до 100-150 мкм) зневуглецьованого шару зі структурою фериту, але його наявність не є критичною, оскільки поверхня в будь-якому випадку піддається подальшій механічній обробці. Дана технологія дозволяє істотно збільшити номенклатуру азотованих сталей, а також скоротити витрати на дорогі леговані сталі шляхом заміни їх на більш дешеві.

ПЕРЕВАГИ ВИГОТОВЛЕННЯ ВІДЛИВОК ЛИТИХ РОБОЧИХ КОЛІС НАСОСІВ У ХТС

Шелепко П.В., Пономаренко О.І.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Виготовлення литих робочих коліс вимагає точного дотримання технологічних процесів та вибору оптимального методу лиття, що забезпечує необхідну форму, міцність та герметичність виробу. Лиття в холоднотвердіючі суміші (ХТС), цей метод широко застосовується для дрібно - та середньосерійного виробництва литих робочих коліс насосів, особливо в тих випадках, коли потрібно забезпечити підвищену точність геометрії та чистоту поверхні виливків. Відповідно до вимог ДСТУ 26645-85, лиття в холоднотвердіючі суміші забезпечує отримання виливків з 9–10 класом точності. На розмір 100 мм допуск похибки складає інтервал 3 мм, тобто 98,5-101,5 мм., а припуски на механічну обробку рекомендується призначати в межах 3-4 мм на бік, для робочих коліс діаметром до 300 мм. До переваг даного методу відноситься більш висока точність розмірів та гладкість поверхні виливків порівняно з піщано-глинистими формами, висока міцність форм, а також можливість автоматизації виробничого процесу [1]. До недоліків методу можна віднести більш високу вартість матеріалів та необхідність дотримання заходів захисту навколишнього середовища через шкідливі складові смоли, що виділяються при заливці металу. Аналіз показав, що для робочих коліс діаметром більше 300 мм доцільніше використовувати метод ХТС. Цей метод забезпечує високу точність виливків, відмінну чистоту поверхні, стабільну якість виробів, а також дозволяє скоротити обсяги механічної обробки та прискорити виробничий цикл. Лиття в ХТС підходить як для одиничного, так і для серійного виробництва та дає можливість впровадження сучасних автоматизованих процесів формування [2]. Крім того, однією з ключових переваг ХТС є те, що метод дозволяє успішно відливати робочі колеса насосів з різних сплавів, таких як алюміній, бронза, чавун, сталь. Незалежно від обраного сплаву, для ХТС можна оптимально спроектувати литникову систему, що забезпечить отримання якісних виливків із мінімальною кількістю дефектів. З урахуванням всіх техніко-економічних показників, лиття в ХТС є найбільш оптимальним та універсальним методом виготовлення більшості типів робочих коліс насосів діаметром більше 300мм.

Література:

1. Шелепко П. В. Виготовлення модельного комплекту оснастки в сучасному ливарному виробництві / П. В. Шелепко, О. І. Пономаренко, М. М. Воробйов // Литво. Металургія. 2024 : матеріали 20-ї, 13-ї Ювілейної Міжнар. наук.-практ. конф., 28-30 травня 2024 р. / Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т" .–Харків;Київ,2024.–С.283-284.

2. Olga Ponomarenko. Operation Control of Melting Furnaces in Foundry Workshops Using Simulation Models. In: Cioboată, D.D. (eds) International Conference on Reliable Systems Engineering (ICoRSE) - 2024. ICoRSE 2024. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 1129. Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-031-70670-7_16

DEVELOPMENT OF RESEARCH ON SOLUTION STABILIT

Shyiatyi V., Kolupaev I.
National Technical University
"Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

In recent years, the integration of machine learning (ML) methods with thermodynamic modeling frameworks such as CALPHAD (CALculation of PHAse Diagrams) has become a central topic in alloy design and materials science. Between November 2024 and January 2025, a series of webinars organized by Thermo-Calc Software brought together leading researchers to present advances in this area. The talks by Qing Chen [1], Ziyuan Rao [2], S. Mohadeseh Taheri-Mousavi [3], and Raymundo Arróyave [4] each highlighted different facets of ML-driven alloy discovery and optimization. These sessions showcased practical tools and case studies demonstrating how ML enhances the estimation of alloy properties and phase structures, thereby accelerating material development and improving the design of complex systems.

Together, the webinars underscore the transformative potential of integrating CALPHAD with advanced ML and AI strategies. The shift from small, limited datasets to large-scale, data-centric approaches significantly improves predictive accuracy and efficiency. Ongoing developments in generative models and Bayesian optimization are expected to further advance phase structure prediction and alloy behavior modeling.

Future research should focus on generating high-quality, physically informed data; refining multimodal ML models for greater interpretability; and combining thermodynamic simulation with autonomous experimentation. These integrated frameworks provide a promising path toward accurate and scalable estimation of alloy phase structures, contributing directly to improved stability and application of modern materials.

References:

1. Chen, Q. *CALPHAD by Machine Learning and for Machine Learning*. Thermo-Calc Software Webinar. Available at: https://thermocalc.com/showcase/webinars/watch-calphad-by-machine-learning-and-for-machine-learning/

2. Rao, Z. *Alloy Design Based on AI and ML: From Small Data Small Model to Big Data Large Model*. Thermo-Calc Software Webinar. Available at: https://thermocalc.com/showcase/webinars/watch-alloy-design-based-on-ai-and-ml/

3. Taheri-Mousavi, S. M. *AlloyGPT: An Agent-Based LLM Framework for the Design of Additively Manufactured Structural Alloys*. Thermo-Calc Software Webinar. Available at: https://thermocalc.com/showcase/webinars/watch-alloygpt-an-agent-based-llm-framework-for-the-design-of-additively-manufactured-structural-alloys/

4. Arróyave, R. *Bayesian Frameworks for Accelerated Alloy Discovery*. Thermo-Calc Software Webinar. Available at: https://thermocalc.com/showcase/webinars/watch-bayesian-frameworks-for-accelerated-alloy-discovery/.

СЕКЦІЯ 2
АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ МЕХАНІЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ І ТРАНСПОРТУ

2.4 ПРИРОДООХОРОННІ ТЕХНОЛОГІЇ, ПРОФЕСІЙНА БЕЗПЕКА ТА ЗДОРОВ`Я

НАЙБІЛЬШ ТРАВМОНЕБЕЗПЕЧНІ ГАЛУЗІ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ

Вамболь С.О., Мезенцева І.О., Кузьменко О.О., Нестеренко О.В.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Ставлячи перед собою завдання визначення найбільш небезпечних, з точки зору травматизму, галузей економіки України, ми спирались на статистичні данні і їх аналіз що був проведений в роботі [1]. За мету ставилось визначення й причин цього травматизму. Тому для досягнення цієї мети послідовно вирішувались завдання статистичного аналізу розподілу загальної кількості нещасних випадків для різних галузей виробництва по рокам, визначення причин травматизму, а також пошук шляхів до його зниження.

Аналіз наведених даних в період з 2015 – 2023 рр. за роботами [1, 2] дозволив виділити основні лідируючих галузі економіки за травмонебезпечністю: виробництво, добувна промисловість, постачання електроенергії й транспорт. Необхідно вказати що такий розподіл був наданий за абсолютними кількісними показниками нещасних випадків. Але для повноцінної загальної картини все ж таки необхідно досліджувати відносну кількість, тому що загальна чисельність працівників по окремих галузях економіки може відрізнятися на порядок. Тому слід вводити відносний критерій травматизму або спиратись на поняття ризику нещасних випадків в конкретній галузі економіки.

Існуюча проблема досить чітко визначила напрям наукового досліду, вказуючи на необхідність концентрувати свою увагу саме на організаційних факторах. Статистичні данні в період з 2015 – 2023 рр., візуалізовані авторами в роботі [2], без сумніву вказують, що саме організаційні заходи є тим резервом, що покращить рівень безпеки праці і знизить рівень травматизму. Кількість нещасних випадків з організаційних та психофізіологічних причин співвідносяться як 1:3 [2, рис.3]. Профілактичні заходи, система відповідних інструктажів та навчання повинна бути не просто законом і нормою, а стати основою для формувань загальною культури безпеки в суспільстві.

Одним з перспективних напрямів зниження рівня травматизму є оцінка безпеки технологій виробництва з урахуванням критеріїв карт умов праці та карт ризиків. Автори роботи вважають що саме такий комплексний підхід на етапі розробки і впровадження технологій виробництва має знизити не тільки травматизм, а й додаткові витрати на заходи з охорони праці в подальшому.

Література:

1. Кузьменко, О.О., Мезенцева, І.О., Вамболь, С.О., Ткачук, К.К., Нестеренко, О. В. (2024). Вплив законодавчих реформ в сфері державного страхування на соціальну захищеність потерпілих на виробництві. Проблеми охорони праці в Україні, 40 (3–4), 50–60. DOI: 10.36804/nndipbop.40-3-4.2024.50-60

2. Кузьменко, О.О., І.О. Мезенцева, С.О. Вамболь, і С.М. Мезенцев. «Зниження виробничого травматизму як шлях вирішення проблеми дефіциту кадрів і зменшення ризиків в енергетиці». Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Енергетика: надійність та енергоефективність, вип. 1 (8), Липень 2024, с. 55-63, doi:10.20998/2224-0349.2024.01.04.

ПРОБЛЕМИ ПОВОДЖЕННЯ З ВІДПРАЦЬОВАНОЇ ВІЙСЬКОВОЮ ТЕХНІКОЮ

Вамболь С.О., Мезенцева І.О., Мезенцев С.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Проблема поводження з відпрацьованою військовою технікою стала особливо актуальною за останні 3-4 роки. Наявність великої кількості непридатної до експлуатації, відновлення та використання у якості "донора" такої техніки призводить до забруднення територій і неможливого раціонального природокористування. За даними відкритих інформаційних джерел [1] Генеральний штаб ЗСУ оприлюднив загальні бойові втрати противника з 24.02.22 по 01.07.24. Загальна кількість втраченої військової техніки становить 77 602 одиниць. Спираючись на цю статистику втрат по видам військової техніки можна сказати, що переважна більшість це бойові броньовані машини і танки (30,48%), автомобільна техніка (25,41%) та артилерійські системи (18,81%) від загальної кількості втраченої техніки. На жаль ми зараз не маємо даних за ваговими і об'ємними характеристиками цієї техніки, що також є суттєвим показником. Але на основі цих даних можна вважати, що більшість відпрацьованих одиниць має у своєму складі металеві конструкції з вмістом легуючих елементів таких як нікель, хром та інші. Таким чином маємо корисний потенціал для подальшого ресурсного використання.

Як варіантом поводження з такою відпрацьованою військовою технікою дуже привабливим є утилізація на основі металургійних технологій. Станом на сьогоднішній день як в Україні так і на світовому рівні існують технології утилізації металовмісних відходів. Але в кожному разі розглядають конкретні випадки, наприклад: утилізація осадів чорної та кольорової металургії; наукові основи фізико-хімічних процесів виробництва і поліреагентного рафінування сталі у великовантажних конвертерах та рециклінгу відходів металургії; теоретичні засади процесів окускування залізорудної сировини, методів вилучення металів та їх сполук з промислових відходів.

Авторами цієї роботи пропонується розглянути це завдання з точки зору існуючих технологічних можливостей нашої країни, логістичних і еколого-економічних обґрунтувань. Це дозволить отримати додаткові сировинні металеві ресурси, скоротити час на їх відбуток і транспортування.

Крім того, вирішується досить непроста проблема з точки зору екологічної безпеки, а саме задача забруднення територій і перспективна можливість їх відновлення. Додаючи до цього екологічно безпечну технологію утилізації металевих конструкцій (з урахуванням попередньої профілактичної підготовки до використання металургійної технології) можна говорити про ресурсозбереження і раціональне природокористування.

Література:

1. Які види техніки РФ втрачає найбільше: АрміяInform підрахувала. [Електронний ресурс] https://armyinform.com.ua/2024/07/01/yaki-vydy-tehnika-rf-vtrachaye-najbilshe-armiyainform-pidrahuvala/ (дата звернення 02.04.2025 р.)

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАПИЛЕНОСТІ ПОВІТРЯ ПРИМІЩЕНЬ ДЛЯ УТРИМАННЯ СВІЙСЬКИХ ТВАРИН

Байрачний В.Б., Адашевський О.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Тваринництво та птахівництво як сектори економіки відіграють важливу роль у забезпеченні населення країни якісними продуктами харчування з високим вмістом білку. Під час повномасштабного вторгнення велика кількість фермерських господарств у зоні активних бойових дій були зруйновані або пошкоджені, тварини загинули чи були поранені.

На якість продуктів тваринництва та птахівництва суттєво впливають параметри мікроклімату у приміщеннях для утримання тварин. Серед важливих показників є підтримання оптимальної температури, вологості повітря, швидкість руху повітря, освітленість, рівень шуму, запиленість повітря та мікробне забруднення. Оптимальні значення параметрів мікроклімату залежать як від виду свійських тварин та птиці, так й від їх віку й призначення.

Мета даної роботи дослідити вплив типу комбікорму на рівень запиленості повітря у приміщеннях для утримання та годівлі свійських тварин та птиці.

Два типи комбікормів – сухий та гранульований потенційно можуть бути джерелом утворення додаткового пилу при їх виготовленні, транспортуванні, зберіганні та використанні. Перевагою сухих кормів є їх низька вартість у порівнянні з гранульованими комбікормами. Серед ряду недоліків сухих кормів, авторами було виділено екологічну складову, яка полягає у збільшенні запиленості повітря на всіх етапах життєвого циклу продукту. Виходячи зі складу комбікормів, вони є утворювачами органічного пилу. Для визначення допустимих норм для людей використовували дані для зернового пилу. Зоогігієнічні норми утримання свійських тварин містять тільки показник загальної запиленості повітря, без ідентифікації пилу за походженням чи розміром.

Дослідження запиленості повітря проводились гравіметричним (ваговим) метолом з використанням аспіратора.

Результати проведених досліджень показали наступне:

1) при виготовлені сухих комбікормів у виробничих приміщеннях середніх та великих свинокомплексів запиленість повітря становить 24 – 25 мг/м^3, що перевищує допустимі показники в середньому у 6 разів для людей;

2) у складських приміщеннях запиленість повітря при зберіганні сухих комбікормів становить в середньому 8,5 мг/м^3, а при зберіганні гранульованих комбікормів – 5,5 мг/м^3. Ці значення перевищують допустимі показники концентрації зернового пилу для людей у 2 та 1,3 рази відповідно.

3) при використанні сухих комбікормів у свинарстві в дрібних (індивідуальних) господарствах, запиленість повітря становить в середньому 10,2 мг/м^3, що в 2 рази більше за гранично допустиму запиленість повітря при утриманні свиней. Для середніх та великих свинокомплексів, обладнаних системою вентиляції, таке перевищення відсутнє.

ASSESSMENT OF ATMOSPHERIC POLLUTION LEVELS RESULTING FROM FOREST FIRES

Sakun A., Pashchenko P., Bilousov M.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

Every year, forest fires destroy tens to hundreds of thousands of hectares of vegetation, resulting not only in the loss of valuable timber (5–95% depending on fire type and intensity) but also causing long-term ecological damage affecting biocenoses locally and regionally. This ecological damage includes losses of natural, economic, and social resources due to environmental regulation violations, human activities, natural disasters, or catastrophes. These impacts manifest as resource depletion, socio-hygienic deterioration, and loss of economic potential.

Forest fires significantly influence climate change and intensify the greenhouse effect by releasing substantial carbon dioxide (CO_2) into the atmosphere. Annually, about one million fires occur worldwide, covering nearly 5% of the Earth's surface. Smoke from fires releases complex chemical compounds with high toxicity into the atmosphere, impacting regional climate modification.

Wood smoke is chemically diverse, containing over 100 substances, including carbon monoxide (CO), sulfur oxides (SO_x), nitrogen oxides (NO_x), methane (CH_4), aldehydes, organic acids, phenols, and other volatile organic compounds (VOCs). Free radicals from wood smoke remain in biological systems approximately 40 times longer than those from tobacco smoke. Combustion of one ton of biomass releases about 125 kg of CO, 12 kg of hydrocarbons, 2 kg of NO_x, and 22 kg of particulate matter, mainly coal dust. Smoke consists of 50% gaseous substances, 25% soot, 20% ash, and 5% resinous compounds. Wood comprises carbon (C), hydrogen (H_2), oxygen (O_2), and nitrogen (N_2). The elemental composition of various wood species is nearly identical: 49.5% carbon, 44.2% oxygen (with nitrogen), and 6.3% hydrogen. Nitrogen content is about 0.12%. Wood also contains mineral compounds that form ash during combustion (0.2–1.7%). Ash primarily contains alkaline-earth metal salts, with pine, spruce, and birch wood ash consisting of over 40% calcium salts, more than 20% potassium and sodium salts, and up to 10% magnesium salts. During combustion, complex organic compounds are formed from these elements.

Laboratory studies analyzed VOCs emitted during peat combustion using samples from two national parks in North Carolina, USA. Experiments allowed continuous analysis of volatile compounds for 7 hours. The primary fraction (60%) comprised volatile organic aerosols, including acetaldehyde, formaldehyde, benzene, toluene, and chloromethane. Solid particles included alkanes, alkenes, organic acids, and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs). The total PAH concentration (>12 mg/kg) was higher than biomass combustion values but comparable in toxicity.

Current pollution assessment methods in Ukraine focus primarily on anthropogenic sources, such as industrial facilities and vehicular emissions, limiting their applicability to forest fire emissions. Existing regulations are inadequate for assessing emissions from natural fires. Therefore, developing a unified methodology for evaluating fire emissions is crucial. This approach should be based on Ukraine's current regulatory framework for atmospheric pollutant assessment.

ЕКОБЕЗПЕЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПОВОДЖЕННЯ З ФІЛЬТРАТАМИ НА ПОЛІГОНАХ ТПВ

Іваненко Д.С., Босюк А.С., Єлізаров А.П., Цейтлін М.А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Будівництво полігонів твердих побутових відходів (ТПВ) супроводжується рядом проблем, серед яких однією з найважливіших є утворення фільтратів. У разі відсутності належного очищення та відведення фільтратів, вони можуть завдати шкоди навколишньому середовищу, забруднюючи його токсичними органічними та неорганічними сполуками. Тому, вивчення екобезпечних технологій поводження з фільтратами на полігонах ТПВ є актуальним питанням сьогодення.

Фільтрат – рідка фаза, що утворюється на полігоні при захороненні ТПВ з вологістю більше 55 % та внаслідок атмосферних опадів, обсяг яких перевищує кількість вологи, що випаровується з поверхні полігона [1]. Фільтрат полігонів ТПВ являє собою висококонцентрований розчин, що містить різноманітні токсичні органічні та неорганічні сполуки [2], які небезпечні для здоров'я людини та природних екосистем.

Розробка та впровадження ефективних екобезпечних технологій обробки фільтратів, таких як біофільтрація, сорбція або використання спеціалізованих мембранних технологій, дозволяє зменшити рівень забруднення навколишнього середовища та забезпечити стійкий розвиток управління відходами.

Біофільтрація застосовує живі організми для розкладу токсичних сполук, що сприяє природному очищенню води, в той час як сорбційні матеріали (наприклад, активоване вугілля) ефективно захоплюють і нейтралізують забруднювачі.

Мембранні технології дозволяють здійснювати високоточне фільтрування, забезпечуючи відокремлення шкідливих часток на молекулярному рівні та значно зменшуючи обсяг фільтрату, що потребує подальшої обробки.

Використання цих методів дозволяє ефективно очищати фільтрати, зменшуючи концентрацію токсичних речовин. Це не лише покращує екологічну ситуацію, а й сприяє сталому розвитку в управлінні відходами, зберігаючи природні ресурси. Важливим є також моніторинг і контроль за процесами очищення, що сприяють зменшенню екологічного навантаження на території полігонів ТПВ.

Література:

1. ДБН В.2.4-2-2005. Полігони твердих побутових відходів. Основні положення проектування. Київ, 2005. 40 с.

2. Melnyka A., Kuklinska K., Wolska L., Namiesnik J. Chemical pollution and toxicity of water samples from stream receiving leachate from controlled municipal solid waste (MSW) landfill. Environmental Research. 2014. Vol. 135. P. 253–261.

ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ЗМЕНШЕННЯ ВМІСТУ ТОНКОДИСПЕРСНИХ ЧАСТИНОК У СТІЧНИХ ВОДАХ

Кулініч С.С., Босюк А.С., Шестопалов О.В., Шкоп А.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Однією з актуальних проблем є очищення стічних вод від тонкодисперсних частинок, які мають малий розмір і погано осаджуються в традиційних відстійниках. Наявність таких домішок у воді спричиняє зниження її якості та становить екологічну загрозу для природних водойм, у які скидаються недостатньо очищені стоки. Тому розробка ефективних технологічних рішень для видалення тонкодисперсних частинок зі стічних вод є пріоритетним завданням сучасної водоочисної галузі.

Тонкодисперсні частинки, до яких належать колоїдні системи та суспензії з розмірами менше 10 мкм, мають високу стабільність у водному середовищі. Вони утворюють мутність, погіршують санітарно-гігієнічні показники води, знижують ефективність біологічного очищення та ускладнюють подальше використання води у технічних або побутових цілях. У зв'язку з цим важливо впроваджувати сучасні технології очищення, які дозволяють зменшити вміст таких домішок до допустимих рівнів.

До найбільш ефективних технологічних рішень для очищення стічних вод від тонкодисперсних частинок належать: 1) коагуляція та флокуляція – введення коагулянтів (наприклад, сульфату алюмінію, хлориду заліза), що викликає агрегацію частинок з подальшим утворенням більших флокул, які легко осаджуються; флокулянти, в свою чергу, підсилюють процес утворення пластівців; 2) ультрафільтрація – мембранна технологія, що забезпечує механічне розділення води і дрібнодисперсних домішок завдяки використанню мембран з розміром пор 0,01–0,1 мкм; 3) флотація (повітряна або напірна) – очищення води за рахунок прикріплення частинок до мікробульбашок повітря, що спливають на поверхню, утворюючи піну, яку видаляють; 4) електрокоагуляція – процес, за якого під впливом електричного струму відбувається електрохімічне утворення коагулянтів безпосередньо у воді, що забезпечує очищення без введення хімікатів; 5) застосування наноматеріалів та адсорбентів – використання природних або синтетичних адсорбуючих речовин, здатних ефективно зв'язувати тонкодисперсні частинки та сприяти їх видаленню. Ефективність цих методів залежить від складу стічної води, концентрації домішок, pH середовища, температури та інших параметрів. Часто використовуються комбіновані схеми очищення, що забезпечують високий ступінь зменшення мутності та вмісту завислих речовин.

Отже, використання сучасних технологічних рішень дозволяє значно підвищити ефективність водоочищення та сприяє зменшенню навантаження на природні екосистеми.

КОМПОСТУВАННЯ ЯК СКЛАДОВА СТАЛИХ ПРАКТИК УПРАВЛІННЯ РОДЮЧІСТЮ ҐРУНТІВ

Разно М.Р., Босюк А.С., Сакун С.В., Бутко В.С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Компостування є одним із найефективніших і екологічно безпечних методів переробки органічних відходів, що дозволяє зберігати родючість ґрунтів і покращувати їх структуру. У контексті сталих практик управління родючістю ґрунтів компостування відіграє важливу роль, оскільки дає можливість не лише утилізувати органічні відходи, але й забезпечувати ґрунт необхідними поживними речовинами, в тому числі мікроелементами та біологічно активними речовинами, поліпшувати його водо- і повітропроникність. Окрім того, компостування сприяє зниженню використання хімічних добрив, що має позитивний вплив на екологічну ситуацію та збереження біорізноманіття.

Внаслідок військових дій ґрунти, які опиняються в зоні активного використання зброї, військової техніки, зазнають дії пожеж та мають знижену родючість. Відновлення деградованих внаслідок військових дій ґрунтів повинно відбуватися з використанням сталих практик та економічної доцільності. Компост є доступним, легким у практичному виготовленні і економічним добривом, яке можна використовувати на присадибних ділянках для покращення якості врожаю, що, у свою чергу, сприяє поліпшенню добробуту населення [1].

Компостування є біологічним процесом розкладу органічних матеріалів за участю мікроорганізмів, внаслідок чого утворюється органічне добриво – компост, багатий на поживні речовини, що сприяють росту рослин. Відходи, які можуть бути використані для компостування, включають рослинні залишки, гній, кухонні відходи, а також інші органічні матеріали. Процес компостування проходить у кілька етапів: підготовка матеріалів, закладання компостної купи, процес аеробного розкладу, а потім використання готового компосту як добрива. Проблематичним є додавання гною на деокупованих територіях до складу компосту, адже спостерігається суттєве зменшення кількості домогосподарств, які тримають свійських тварин та птицю, оскільки відновлення тваринництва вимагає більших капіталовкладень й у випадку загострення ситуації на фронті вимагає витрат на евакуацію або спонукає залишати тварин.

У даній роботі було досліджено ставлення мешканців деокупованих територій до використання компостів. Серед опитаних 35% використовують компостування постійно; 22% почали компостувати харчові відходи після 24.02.2022 року, серед них 15% після повернення на деокуповані території; 18% категорично не планують компостувати будь-які типи органічних відходів; 25% розмірковують над можливістю компостування відходів.

Література:

1. Тихомирова Т. С., Шестопалов О. В., Разно М. Р., Кочетов М. С. Дослідження впливу складу компосту на його здатність покращувати якість ґрунтів. *Аграрні Інновації*. 2024. (№25). С. 72–78.

РОЛЬ ЕКОЛОГІЧНОЇ ПОЛІТИКИ У ФОРМУВАННІ СУЧАСНОГО ПРАВОВОГО ПОРЯДКУ

Геков М.В., Пустовіт Д.В., Сакун А.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Роль екологічної політики у формуванні сучасного правового порядку є надзвичайно важливою, оскільки вона безпосередньо впливає на забезпечення стійкого розвитку суспільства та охорону навколишнього природного середовища. Сучасні екологічні виклики, включаючи зміну клімату, забруднення повітря, води та ґрунтів, знищення біорізноманіття, вимагають комплексного підходу до регулювання та застосування правових механізмів, що враховують екологічні аспекти у всіх сферах державної політики.

Екологічна політика виступає як інструмент, що визначає пріоритети охорони навколишнього середовища та забезпечення екологічної безпеки, формуючи основу для розробки національного законодавства та міжнародних угод. Вона сприяє впровадженню принципів сталого розвитку, що передбачає гармонійне поєднання екологічних, економічних та соціальних інтересів. Правовий порядок, який базується на таких принципах, здатний забезпечити ефективний контроль за використанням природних ресурсів та захистом екосистем.

Однією з ключових ролей екологічної політики є стимулювання правотворчої діяльності, яка орієнтується на забезпечення екологічної безпеки та прав громадян на здорове довкілля. Це включає прийняття екологічних стандартів, нормативів, процедур оцінки впливу на довкілля, а також встановлення відповідальності за порушення екологічних норм. Екологічне право, як система правових норм, створює правову основу для реалізації екологічної політики та забезпечення екологічних прав людини.

Крім того, екологічна політика має вирішальне значення у формуванні міжнародного правового порядку, що виявляється у розробці глобальних угод та конвенцій, спрямованих на боротьбу з кліматичними змінами, охорону біорізноманіття та зменшення забруднення. Взаємодія держав у рамках таких угод сприяє створенню єдиного правового простору, що забезпечує узгоджене вирішення екологічних проблем на глобальному рівні.

Основні показники техногенного навантаження на довкілля та витрат на природоохоронні заходи в Україні свідчать про погіршення стану навколишнього середовища, яке є життєво важливим для існування людини та складовою національної безпеки країни.

Таким чином, екологічна політика відіграє важливу роль у формуванні сучасного правового порядку, спрямованого на забезпечення екологічної безпеки та сталого розвитку. Її реалізація потребує ефективної правової бази, міжнародної співпраці та активної участі громадськості у процесах прийняття рішень, пов'язаних з охороною навколишнього середовища.

АКТУАЛЬНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЙ ТЕРМІЧНОЇ ПЕРЕРОБКИ ВІДХОДІВ ТА ЕКОЛОГІЧНІ РИЗИКИ ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ

Самойленко Н.М, Соболєв С.А., Аксьонова С.Р.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Термічна переробка відходів на сьогодні не втрачає своєї актуальності та зростає за обсягом, що пов'язується з постійним збільшенням обсягів відходів на тлі зменшення площі полігонів. Це стає особливо важливим для України, де щорічно утворюється приблизно 10-13 млн т твердих побутових відходів, понад 90% з яких відправляють на полігони ТПВ. Крім цього, відповідно до реформи управління відходами з 2030 року всі полігони мають відповідати європейським стандартам екобезпеки, що є проблематичним для виконання.

У розвинених країнах застосовуються досконалі технології переробки відходів методом спалювання та іншими термічними процесами, а кількість сміттєспалювальних заводів, які розглядаються як об′єкти альтернативної енергетики, все більше зростає. В ЄС за даними технологіями переробляється 20 % відходів, а в Україні за статистикою 2022 р. – 1,66 %. Орієнтуючись на більший екологічний розвиток та курс країни на євроінтеграцію, у Національному плані управління відходами до 2033 року планується будівництво об'єктів термічного оброблення відходів із виробництвом енергії [1].

Основні процеси технологій термічної переробки відходів: спалювання, газифікація, у т.ч. плазмова, піроліз, характеризуються екологічними ризиками щодо негативних наслідків для здоров'я людей та довкілля. Спалювання – найбільш популярний метод і на сьогодні є перспективним та ефективним підходом до переробки ТПВ. Водночас в його процесах генеруються діоксини, фурани, летюча зола, шлак, CO, NO_x, SO_2 і інші леткі і нелеткі шкідливі сполуки. Для зменшення екологічних ризиків цих процесів застосовуються різні методи та підходи. У теперішній час використовуються досить досконалі технології очищення викидів, аналізуються нульові викиди, вплив на зміну клімату і ін. Пропонуються перспективні технології спалювання (комбіноване спалювання з іншими джерелами енергії і ін.), оптимальні конструкційні рішення обладнання, системи уловлювання з викидів оксиду карбону та зберігання його під землею та ін. Для попередження несприятливих ситуацій щодо екологічних вимог, реалізується система державного і суворого внутрішнього контролю та моніторингу викидів. Модернізація і удосконалення процесів спалювання ТПВ та зменшення забруднення довкілля пов′язуються з використанням передових інтелектуальних технологій, які включають моніторинг процесів, інтелектуальні алгоритми, контроль горіння, очищення димових газів та ін.

Література:

1.Додаток до Національного плану управління відходами до 2033 року. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1353-2024-%D1%80#Text (дата звернення: 04.04.2025).

ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ РУЙНУВАННЯ НАФТОПЕРЕРОБНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ В УМОВАХ ВОЄННИХ ДІЙ: ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВІДНОВЛЕННЯ

Нечепоренко Д.І., Ліненко Є.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Нафтопереробні заводи (НПЗ) є стратегічними об'єктами, що в умовах воєнного конфлікту стають пріоритетними мішенями. Руйнування таких об'єктів тягне за собою техногенні аварії, що мають значний екологічний резонанс, зокрема забруднення водних ресурсів.

Під час обстрілів та пожеж на нафтопереробних підприємствах відбувається викид сирої нафти, продуктів перегонки, важких металів та токсичних залишків горіння. Ці речовини безпосередньо потрапляють у ґрунт, з якого через інфільтрацію проникають у підземні водоносні горизонти або змиваються в поверхневі водойми дощовими та таліми водами. Найбільшу загрозу становлять бензол, толуол, ксилол, феноли, сірчисті сполуки та поліциклічні ароматичні вуглеводні.

Аварії на НПЗ призводять до швидкого забруднення річок, озер і ставків, особливо в зоні ураження. Зокрема, у 2022–2023 роках зафіксовані випадки масового забруднення річки Псел поблизу Кременчука, де розташовано один із найбільших НПЗ України. Потрапляння нафти у воду знижує рівень розчиненого кисню, спричиняє загибель водної флори і фауни, а також впливає на якість питної води для прилеглих населених пунктів.

Підземні води є особливо вразливими у районах з пошкодженими інженерними захисними системами (дренаж, гідроізоляція). Забруднення нафтопродуктами здатне тривалий час зберігатися в геологічних шарах, що створює хронічну загрозу для джерел водопостачання. Дослідження вказують на багаторічну присутність канцерогенних сполук у водоносних горизонтах навіть після усунення аварій.

З метою зменшення екологічного навантаження необхідно впроваджувати системи оперативного екологічного моніторингу, локалізації розливів, використання сорбентів та біоочищення забруднених ділянок. Міжнародний досвід відновлення після воєнних конфліктів (Ірак, Сирія) може бути адаптований до українських реалій.

Військові дії на території України призвели до серйозного погіршення екологічної ситуації, зокрема щодо стану водних ресурсів. Аварії на НПЗ – це не лише економічна втрата, але й джерело довготривалого екологічного лиха. Необхідна координація дій державних структур, наукових установ та міжнародних партнерів задля мінімізації шкоди та подальшого відновлення довкілля.

ВІЙСЬКОВІ ДІЇ ЯК ДЖЕРЕЛО ТОКСИКОЛОГІЧНОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ҐРУНТОВО-ВОДНИХ СИСТЕМ СХОДУ ТА ПІВДНЯ УКРАЇНИ

Нечепоренко Д.І., Ліфер В. Є.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Важливою екологічною проблемою для України є токсикологічне забруднення ґрунтів важкими металами, що супроводжується вторинним впливом на поверхневі та підземні води. Найбільш ураженими є східні (Донецька, Луганська, частково Харківська) та південні (Запорізька, Херсонська, Миколаївська) області, де військова інфраструктура систематично зазнає руйнувань, а інтенсивність бойових дій зумовлює кумулятивний характер забруднення.

Військові дії, зокрема вибухи снарядів, детонація складів з БК, руйнування техніки, танкові маневри, спричиняють надходження до ґрунту цілого комплексу токсикантів. До найбільш розповсюджених належать свинець (Pb), кадмій (Cd), ртуть (Hg), мідь (Cu), хром (Cr), нікель (Ni), цинк (Zn) – елементи з високою біоакумулятивною здатністю та тривалим терміном дії в ґрунтовому середовищі. Вони можуть існувати у ґрунті як у формі іонів, так і у вигляді комплексів з органічними та мінеральними фракціями, що обумовлює складну поведінку в едафотопі.

Небезпека посилюється через здатність важких металів до міграції з верхніх горизонтів у глибші шари ґрунту, особливо в умовах легких ґрунтів степових зон з високою проникністю, що характерні для півдня та сходу України. Це зумовлює ризики забруднення підземних водоносних горизонтів – ключових джерел технічного й питного водопостачання.

Згідно з результатами аналізів у східному регіоні України, у прифронтових зонах концентрації важких металів у ґрунтах перевищують фонові рівні в 3–12 разів. Особливу стурбованість викликає наявність бензопірену, діоксинів, ПАВів, що утворюються внаслідок згоряння боєприпасів і паливних матеріалів. Ці речовини здатні утворювати стабільні органо-металеві комплекси з підвищеною токсичністю, які легко транспортуються водними потоками.

У екосистемному вимірі фіксується інгібування ґрунтової мікробіоти, зниження активності ферментативних процесів, порушення кругообігу азоту, фосфору та вуглецю, що призводить до функціональної деградації ґрунтової системи. За умов зменшення буферної ємності та зміни pH ґрунту спостерігається вища мобільність іонів важких металів, що посилює токсичне навантаження на прилеглі водотоки та водозбірні площі.

Проблема ускладнюється відсутністю інституційної системи моніторингу забруднення ґрунтів та підземних вод у районах бойових дій. Відтак, нагальною є потреба у створенні інтегрованих карт токсикологічного ризику, що включатимуть дані про морфологічні типи ґрунтів, гідрогеологічну будову, глибину залягання вод, інтенсивність бойових впливів та антропогенне навантаження.

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ СТРАТЕГІЇ В ХМАРНИХ ОБЧИСЛЕННЯХ: ШЛЯХ ДО СТАЛОГО ТА ЕКОЛОГІЧНО ДОЦІЛЬНОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ ДАТА-ЦЕНТРІВ В УМОВАХ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ КРИЗИ В УКРАЇНІ

Пітак І.В., Калашников Т.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В умовах енергетичної нестабільності в Україні, спричиненої руйнуванням енергетичної інфраструктури та загальним дефіцитом ресурсів, критичним постає завдання оптимізації енергоспоживання в ІТ-секторі. Одним із найбільш енергоємних компонентів є дата-центри, які забезпечують безперервну роботу хмарних сервісів, комунікацій, цифрового архівування та обробки даних.

Сучасні дослідження свідчать, що впровадження віртуалізації та хмарних обчислень дозволяє значно зменшити кількість фізичних серверів за рахунок консолідації навантажень. Це, у свою чергу, знижує не лише енергоспоживання на 30–40%, але й обсяг супутніх викидів парникових газів, які утворюються внаслідок виробництва та споживання електроенергії.

Екологічна доцільність таких рішень полягає не лише в зменшенні вуглецевого сліду ІТ-інфраструктури, а й у скороченні обсягів електронних відходів, які є токсичними та важко утилізованими. Віртуалізація дозволяє подовжити життєвий цикл фізичних серверів, зменшити потребу в їх оновленні та тим самим зменшити екологічне навантаження від виробництва ІТ-обладнання.

Використання інтелектуальних систем управління навантаженням, базованих на штучному інтелекті та енергетично ефективних алгоритмах, дає змогу автоматизовано знижувати енергоспоживання під час низького навантаження, що особливо актуально в умовах пікових відключень електроенергії.

Окрему роль відіграє впровадження відновлюваних джерел енергії для живлення дата-центрів, що не тільки підвищує енергетичну незалежність, а й сприяє реалізації екологічних зобов'язань України відповідно до міжнародних кліматичних угод.

У цьому контексті хмарна інфраструктура постає як інструмент екологічної модернізації цифрового простору: вона дає змогу зменшити кількість фізичних активів, оптимізувати їхнє використання, зменшити витрати на охолодження обладнання та перейти до принципів циркулярної економіки у сфері ІТ.

Таким чином, хмарні обчислення та віртуалізація не лише підвищують енергоефективність, а й слугують важливим чинником екологічної трансформації ІТ-інфраструктури України, що особливо актуально у світлі сучасної енергетичної та кліматичної кризи.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ РОЗВИТКУ ПЛІСЕНЕВИХ ГРИБІВ НА ВІДХОДАХ СПОЖИВАННЯ КАВИ

Кочетов М.С., Пітак Р.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Відходи споживання кави – це кавова гуща, яка утворюється не залежно від способу приготування кави. Місцями утворення значних обсягів кавової гущі є заклади громадського харчування. Конкретні обсяги утворених кавових відходів залежать, перед усім, від популярності закладу й кількості реалізованої кави у вигляді напою. Вторинне використання кавової гущі, замість потрапляння на полігони у складі твердих побутових відходів, є елементом циркулярної економіки та забезпечує впровадження сталого підходу до управління цим типом відходом.

Існує кілька факторів, які впливають на недостатній рівень вторинного використання кавової гущі. В Україні серед головних таких факторів можна виділити наступні: 1) відсутність практики та культури окремого від інших типів відходів збору кавової гущі, що є наслідком відсутності підприємств, які цілеспрямовано займають рециклінгом кавової гущі так само як й відсутності компаній -посередників, які можуть накопичувати значні обсяги кавової гущі та передавати її потім на операції рециклінгу; 2) відсутність інформаційної компанії щодо можливості та перспектив використання кавової гущі в різних сферах, в тому числі у сільському господарстві чи в якості доданки до полімерних матеріалів; 3) швидкий прояв плісеневих грибів на поверхні зібраної кавової гущі, що обмежує її використання у наступних технологічних процесах.

Метою даної роботи є дослідити залежність прояву плісенних грибів на поверхні вологої кавової гущі в залежності від умов зберігання.

Якщо оцінювати роль плісеневих грибів в екосистемах, то вони є необхідним елементом для розкладання органічної речовини в природі. Проте, наявність плісеневих грибів та їх активний й розвиток на поверхні органічних відходів, які можна використати в іншій якості в різноманітних технологічних процесах є небажаним та обмежуючим фактором.

Кавова гуща має вміст вологи на рівні 80–90 мас.%. Відповідна, вона є поживним середовищем для розвитку плісеневих грибів, особливо виду *Aspergillus niger*, спори якого знаходяться у повітрі. У роботі використано мікроскопічний метод для оцінки часу до появи плісеневих грибів. Проведені дослідження показали, що при зберіганні кавової гущі у приміщенні закладу харчування за температури + 22ºС плісеневі гриби з'являються на поверхні гущі через 52 години; за температури + 32ºС процес трішки уповільнюється за рахунок часткового підсушення верхніх шарів кавової гущі, час до появи плісеневих грибів становить 65 години. Зниження температури зберігання до + 5ºС також уповільнює процес розвитку плісеневих грибів – час до появи становить 72 години. Якщо застосувати процес попередньої сушки кавової гущі до вмісту вологи на рівні 1 мас.%, то плісеневі гриби не з'являються впродовж одного року зберігання.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОБУТОВИХ ФАКТОРІВ, ЯКІ ВПЛИВАЮТЬ НА ЗБІЛЬШЕННЯ ОБСЯГІВ ТЕКСТИЛЬНИХ ВІДХОДІВ

Тихомирова Т.С., Крючкова В.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

На збільшення обсягів текстильних відходів у всьому світі впливають декілька груп факторів, серед яких так звана «швидка мода» є одним з впливовіших. Термін «швидка мода» означає, що виробники одягу намагаються щороку випускати нові колекції одягу, які відрізняються від попередніх дизайном та оздобленням, а останнім часом додався ще поняття «модного кольору». Проте на побутовому рівні до збільшення обсягів текстильних відходів окрім «швидкої моди» суттєвий вплив мають й інші фактори.

Метою даної роботи є дослідження побутових факторів, які призводять до переводу текстильних виробі, особливо одягу, у категорію текстильні відходи.

Поточна складна економічна та соціальна ситуація в Україні нерівномірно відбивається на обсягах текстильних відходів: з одного боку велика кількість не потрібного одягу та домашніх текстильних виробів була передана населенням на благодійні потреби та виготовлення маскувальних засобів, з іншого боку внаслідок руйнування житлових помешкань значна кількість якісного одягу потрапляє у категорію відходів. Також спостерігається нерівномірність у придбанні необхідного одягу: родини з дітьми вимушені постійно оновлювати гардероб дітей, оскільки діти ростуть; тоді як велика частина дорослого населення зменшила кількість придбання нового одягу. Багато споживачів вимушені віддавати перевагу або дешевому одягу, який є продуктом «швидкої моди» та не витримує довготривалої експлуатації, або купувати вживаний одяг в магазинах секонд-хенд.

На побутовому рівні одним з факторів, який сприяє переведенню одягу у категорію текстильні відходи є наявність плям та пошкоджень. Побутові плями, особливо на дитячих речах, це як правило, так звані складні комбіновані плями з соку овочів та фруктів, жиру, залишків ґрунту, соку трави, а у весняний період ще й з фарб.

У роботі було проведено опитування 568 респондентів у різних частинах України щодо їх поводження з одягом, на якому з'явились плями. Було виявлено, що заплямований дорогий одяг у 25% стає одягом для домашнього використання, тоді як у випадку заплямованості дешевого одягу тільки 10% опитаних залишають його як домашній. Намагаються вивести плями з дорого одягу один раз 30% опитаних, декілька разів – також 30% опитаних. У випадку дешевого одягу з плямами одноразове виведення плям практикує 45% опитаних, а однократне виведення плям – тільки 10%.

65% опитаних відзначили, що однократна спроба виведення плям є успішною тільки у 45% випадків при використанні недорогих загальнодоступних засобів для виведення плям. Тільки 15% опитаних дорослих, які мають дітей, систематично закуповують дорогі засоби для виведення плям, переважно так звані «кисневі» відбілювачі та плямовивідники.

ПРОБЛЕМА БЕЗПЕЧНОЇ УТИЛІЗАЦІЇ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ

Твердохлєбова Н.Є.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сонячна енергія є найшвидшим і відновлюваним джерелом енергії у світі. Відносне зниження вартості сонячної енергії зробило її доступною для більшої кількості людей, ніж будь-коли, і призвело до високого зростання її використання.

Сонячне обладнання працюватиме десятиліттями, особливо при правильному обслуговуванні. Проектний термін служби сонячної панелі становить приблизно від 20 до 30 років, і більшість брендів-виробників сонячних батарей надають гарантію продуктивності захисту власників сонячної системи. Гарантія дає впевненість у тому, що сонячні панелі генеруватимуть певну кількість енергії, за винятком несподіваних хмарних днів. Багато виробників гарантують 90% продуктивності через 10 років та 85% – через 25 років.

Враховуючи, що сьогодні у світі встановлено понад 400 ГВт фотоелектричних модулів, важливо, щоб вони не ставали тягарем для навколишнього середовища, а служили на благо людей і не завдали шкоди в майбутньому [1]. За оцінками експертів проблема утилізації «сонячного сміття» глобально постане перед людством через 2–3 десятиліття, оскільки більшість сонячних панелей, що працюють сьогодні, до цього часу вироблять свій ресурс.

На сьогоднішній день в Україні сонячних відходів відносно небагато, їх переважно переробляють на заводах для утилізації скла та металу. По суті відбувається «груба переробка», при якій цінні та екологічно небезпечні метали не відновлюють і не видаляють належним чином. Тому необхідним є вирішення питання розробки найбільш оптимального та екологічно чистого для довкілля процесу переробки сонячних батарей [2].

Подальший швидкий розвиток сонячної промисловості спричинить зростання кількості сонячних панелей, які необхідно переробити або утилізувати в найближчі роки [3]. Тому в деяких країнах виробників сонячних батарей зобов'язують дотримуватись вимог та стандартів утилізації на законодавчому рівні. Наприклад, у Європі для повторного використання витягується до 70% матеріалів, з яких складаються сонячні модулі.

Література:

1. Твердохлєбова Н. Є., Калініченко В. В. Напрями забезпечення безпеки в умовах сталого розвитку. Матеріали XXXI міжнар. науково-практичної конференції MicroCAD-2023 [Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я]. – Харків : НТУ «ХПІ», 2023 р. – С. 378

2. Твердохлєбова Н. Є. Впровадження інноваційних стратегій забезпечення екологічної безпеки в Україні //Сучасні технології у промисловому виробництві : матеріали 9-ї Всеук. наук.-техн. конф. – Суми, 2024. – С. 173-174.

3. Твердохлєбова Н. Є. Причини утворення небезпечного середовища в технологічному обладнанні // Актуальні питання безпеки праці у контексті сталого розвитку та європейської інтеграції України : матеріали 5-ї Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., Харків, 12–13 листоп. 2024 р. / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2024. – С. 151-153.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПИЛЕУТРИМУЮЧИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗЕЛЕНИХ НАСАДЖЕНЬ В СТРЕСОВИХ УМОВАХ

Тихомирова Т.С[1]., Кравцова О.В[2]., Мосійчук К.М[2].
[1] Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків
[2] Комунальний заклад «Харківський ліцей № 18 Харківської міської ради», м. Харків

Зелені насадження урбанізованих територій надають цілий комплекс екосистемних послуг, серед яких найважливіші це пилефільтруюча, пилеутримуюча послуга, естетична послуга, рекреаційна та регулююча параметри мікроклімату послуга.

Повномасштабне вторгнення та активне систематичне застосування зброї призводить, окрім людських та матеріальних втрат, до погіршення екологічної ситуації, в тому числі у великих містах. Під час руйнування інфраструктурних, промислових та житлових об'єктів до атмосфери потрапляє велика кількість мінерального пилу, а під час влучання у землю БПЛА чи ракет – значна кількість дрібнодисперсного пилу ґрунтів, який має комбінований органічно-мінеральний склад. Вміст пилу у приземному шарі атмосфери зростає до критичних для здоров'я людей значень у місцях руйнування впродовж перших 24 годин.

Метою даної роботи було дослідити пилеутримуючу здатність найрозповсюджених видів зелених насаджень у м. Харків під час дії стресових умов.

На першому етапі роботи було визначено види зелених насаджень, а саме древ, які переважають на прибудинкових ділянках у м. Харків. Було встановлено, що береза повисла складає 12% всіх дерев на прибудинкових територіях у м. Харків у різних районах, абрикоса звичайна - 11%, клен звичайний – 10%, каштан кінський – 8%, яблуня домашня – 7%. Менше 1% становлять хвойні дерева.

На другому етапі роботи було визначено пилеутримуючу здатність листя дерев у стресових умовах, для чого зразки відбирались в перші 24 години після руйнування об'єктів житлового фонду на відстані не більше 50 метрів від місця влучання БПЛА або КАБ з дотриманням всіх норм безпеки. Зразки могли бути відібрані як з цілих, так й з частково пошкоджених дерев.

Після лабораторних досліджень було встановлено, що найбільшу пилеутримуючу здатність мають листя бузку звичайного та винограду дівочого.

Усі досліджені види дерев були розділені на три групи: високу пилеутримуючу здатність мають абрикоса звичайна, барбарис Тунберґа, береза повисла, бузок звичайний, виноград дівочий Вічі, в'яз шорсткий, слива домашня, каштан кінський; достатню пилеутримуючу здатність мають клен звичайний, тополя пірамідальна та чорна і яблуня домашня; низьку пилеутримуючу здатність мають вишня звичайна, горіх волоський, дуб звичайний, липа широколиста та липа дрібнолиста.

Отримані дані можуть бути використані при плануванні озеленення прибудинкових територій, а також місць громадського користування, в тому числі дитячих майданчиків, з метою зменшення пилового навантаження.

ТВОРЧІ КОНКУРСИ ЕКОЛОГІЧНОГО СПРЯМУВАННЯ ЯК ЕФЕКТИВНИЙ ІНСТРУМЕНТ ЕКОЛОГІЧНОЇ ОСВІТИ ТА ПРОСВІТНИЦТВА МОЛОДІ

Тихомирова Т.С., Шестопалов А.В., Босюк А.С., Крючкова В.В., Чікірякін К.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сучасні виклики, пов'язані з екологічною ситуацією в Україні, особливо в умовах воєнного стану, зумовлюють нагальну потребу в посиленні еколого-просвітницької діяльності серед молодого покоління. Один із дієвих напрямів такої діяльності – активна взаємодія закладів вищої освіти зі школами та коледжами з метою формування екологічної свідомості, практичного мислення та активної громадянської позиції учнів та студентів.

У цьому контексті показовим є досвід кафедри хімічної техніки та промислової екології щодо щорічної організації всеукраїнських творчих конкурсів відеороликів та есе на екологічну тематику. Конкурси проводяться серед учнів середньої та старшої школи, а також серед студентів закладів фахової передвищої освіти. У середньому щороку в заходах беруть участь близько 1000 конкурсантів із різних регіонів України. Такий сталий інтерес свідчить про високу потребу молоді в комунікації на теми довкілля та залучення до процесів сталого розвитку.

Тематика робіт орієнтується на найбільш актуальні екологічні проблеми, що турбують молодь. За результатами останніх конкурсів встановлено, що приблизно 35% учасників обирають тему екологічних наслідків бойових дій – це свідчить про глибоку емпатію, патріотизм та відповідальність юного покоління. Ще 40% робіт присвячені проблемі стрімкого накопичення відходів, зокрема пластику та небезпечних побутових відходів. У конкурсних матеріалах також порушуються питання впливу автотранспорту на довкілля, нераціонального використання природних ресурсів, забруднення повітря, води та ґрунтів, а також загрози здоров'ю людей від антропогенних чинників.

Особливої уваги заслуговує той факт, що учасники дедалі частіше діляться у своїх роботах власним досвідом екологічного способу життя: сортуванням сміття, участю в прибиранні громадських територій, мінімізацією використання одноразового пластику, веденням екоблогів. Значна частина робіт містить активні заклики до дій – доєднання до екологічних ініціатив, зміни щоденних звичок, усвідомленого споживання. Таким чином, конкурсанти не лише відображають проблеми, але й демонструють приклади рішень, що мають реальне практичне втілення.

Отже, проведення творчих конкурсів екологічного спрямування є не лише ефективним інструментом формування екологічної свідомості молоді, а й важливою складовою якісного освітнього процесу. Вони сприяють активній взаємодії університетів із молодіжною аудиторією та зміцнюють роль вищої школи як центру екологічної просвіти.

ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ЕВАКУАЦІЇ ПРАЦІВНИКІВ НА ПІДПРИЄМСТВІ ЗА УМОВ ОСОБЛИВОГО ПЕРІОДУ ФУНКЦІЮВАННЯ

Вамболь С.О., Соколов Р.Г.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В роботі розглянуто питання методу розробки та складання плану евакуації, які є обов'язковим компонентом системи управління безпекою на підприємстві. Впровадження міжнародних стандартів, нових державних стандартів і норм, виникає необхідність обґрунтувати систему евакуації працівників із потенційно небезпечних об'єктів.

В розробці плану евакуації працівників підприємства за умов виникнення надзвичайних ситуації та аварій враховуються відображенням вивчення такої інформації, як: схеми виробничих приміщень з основними характеристиками; визначення всіх маршрутів евакуації; документації з планування евакуації, охоплюючи очікуваний рух людей, інші інструкції та спосіб їх надання; розміщення всіх засобів пожежогасіння та сигналізації; розташування аварійного обладнання та засобів евакуації; розташування сховищ та місць збирання; інструкції для кожного працівника при його дії за даних умов. З метою обґрунтування підвищення рівня організації евакуації працівників підприємства за умов особливого періоду функціювання, необхідно провести розрахунок час для евакуації людей у відповідності до стандартів та встановлених норм [1-3]. За результатами досліджень пропонується така послідовність проведення розрахунку часу евакуації людей, введення початкових даних із визначення:

- кількісті людей, які підлягають евакуації;
- параметрів евакуаційних ділянок (шляхів);
- час початку евакуації кожної людини;
- щільність людських потоків на евакуаційних ділянках;
- пропускна здатність проходів;
- напрямок руху для кожної людини – напрямок і швидкість руху;
- щільність людського потоку перед нею.

Розрахункова тривалість евакуації людей із виробничих приміщень визначається на основі моделювання руху людей до виходу назовні за спрощеною аналітичною моделлю руху людського потоку.

Література:

1. ДСТУ 8828:2019 Пожежна безпека. Загальні положення. Затв. наказом ДП «УкрНДНЦ» від 27.02.2019 р. № 38 [Електронний ресурс] https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/8828/5-1-0-1957 (дата звернення 09.04.2025)

2. ДБН В.2.2-9-2018 Будинки та споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення – К.: Мінрегіон України, 2019. [Електронний ресурс] https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-405 (дата звернення 09.04.2025)

3. ДБН В.1.1-7-2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги – К.: Мінрегіон, 2017. [Ел. ресурс] https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-88 (дата звернення 09.04.2025)

ТУРИЗМ І ПЛАСТИК: ГЛОБАЛЬНІ ВИКЛИКИ ТА ВІДПОВІДАЛЬНІ ПРАКТИКИ

Журко С.А, Лялюк С.Д., Новожилова Т.Б.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Береговий туризм асоціюється з такими цінностями, як пляжі, сонце, вода, морське біорізноманіття, кухня та культурно-історична спадщина, що сприяє створенню відповідної інфраструктури: готелів, курортів, ресторанів, портів, гаваней, місць для риболовлі та дайвінгу. Попри економічну значущість, береговий туризм пов'язаний з підвищеним навантаженням на прибережні екосистеми через утворення пластикових відходів – як у результаті свідомого скидання, так і випадкового засмічення. Різноманітність туристичної діяльності та використовуваних матеріалів обумовлює множинність шляхів потрапляння пластику в навколишнє середовище.

За оцінками, туристична індустрія в окремих регіонах генерує значний обсяг пластикових відходів. Наприклад, у східній частині Карибського басейну туризм відповідає за 10% щоденних відходів, причому пластик становить до 30 % обсягу місцевих сміттєзвалищ. У деяких районах Індії туристи виробляють у 3–4 рази більше сміття, ніж місцеві жителі. З огляду на те, що 80 % глобального туризму зосереджено в прибережних зонах, негативний вплив сектора на морське середовище особливо відчутний.

Морський туризм також має екологічні ризики. Круїзні судна, що перевозять тисячі пасажирів, залишають тверді відходи в портах з обмеженими можливостями утилізації. Поширення екотуризму стимулює доступ до віддалених регіонів, де рівень забруднення пластиком досі мало вивчений.

Глобальна ініціатива зі зменшення пластикового забруднення в туризмі (Global Tourism Plastics Initiative, GTPI), запущена у січні 2020 року, з того часу залучила понад 90 компаній та організацій, включаючи такі великі туристичні бренди, як Accor, Club Med та Iberostar Group. Вона є ключовим елементом Програми сталого туризму «Одна планета» (Sustainable Tourism Programme of the One Planet Network) і передбачає усунення одноразового пластику, перехід на багаторазові та перероблювані альтернативи, а також прозорість у ланцюгу постачання. Учасники звітують про прогрес та впроваджують практичні зміни у сфері виробництва, розповсюдження та управління відходами. Серед досягнень – відмова від пластикових пляшок і впровадження систем повторного використання в готельному бізнесі.

Таким чином, ефективне управління пластиковими відходами в туризмі потребує системного підходу, міжнародної координації та активної участі туристичної галузі у впровадженні екологічно відповідальних рішень.

Література:

Tourism vs. Plastic Pollution: Exploring solutions for the tourism industry [Електронний ресурс]. – TrainingAid, 2023. – Режим доступу: https://www.trainingaid.org/panel/tourism-vs-plastic-pollution

УМОВИ ЗБЕРЕЖЕННЯ ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ ПІД ЧАС ВІЙНИ

Ященко Л.О., Максименко О.А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м.Харків

В теперішній час тисячі людей в Україні знаходяться в небезпеці, відчувають тривогу, страх, стрес та розпач. Все це пов'язано з військовим станом у нашій країні та безперервними обстрілами багатьох міст і селищ. Особливо це стосується прикордонних з ворогом територій. Але кожна людина, яка знаходиться в небезпеці, бажає почуватися інакше, а саме – бажає відчувати безпеку, спокій, відсутність тривоги, бажає повернути собі нормальний працездатний стан. Виникає багато питань, серед яких є питання, що стосуються можливості спокійно і адекватно реагувати на те, що відбувається навкруги. Це дуже важливе питання сьогодення в Україні. Тому, що саме від здоров'я людини, його емоційного стану залежить можливість спокійно жити, ефективно працювати, якісно виконуючи свої професійні обов'язки, що сприятиме процесу поступового відновлення країни, робочих місць на підприємствах, реанімації природного навколишнього середовища, яке також дуже постраждало від військових дій.

Маємо признати, що відчуття тривоги і страху під час війни – це нормальна реакція людини на небезпеку. Відомо, у страху є кілька функцій: охоронна (запобігає участі у потенційно небезпечній поведінці), мотиваційна (дає стимул вірити у благополучне завершення подій) та адаптаційна (ця функція мобілізує організм людини до швидкої зміни поведінки та пристосування на нових умов життя). Тому кожен має прийняти це і діяти во благо свого здоров'я та життя [1]. Людина, яка знаходиться в небезпечному місці під час війни, має суттєво скоротити час перегляду стрічок новин в соціальних мережах, по телебаченню, не перестаючи дотримуватися правил безпеки при повітряних тривогах. Відомо, що особливий стрес викликає відчуття безпорадності та неможливості свого впливу на події навкруги. Тому кожній людині, яка перебуває поблизу зони бойових дій, треба взяти за правило, що необхідно робити те, що можеш і приймати як факт ті події, на які вплинути неможливо. Суттєво зменшити стресовий стан допомагають заняття спортом, прогулянки, читання художньої літератури, походи в театр, перегляд документальних стрічок про подорожі, зустрічі з близькими людьми.

Якщо кожна людина подбає про себе, то потім зможе подбати про тих, хто поряд, підтримати їх. Зараз як ніколи необхідно приділити увагу своєму психічному та психологічному здоров'ю. Ніхто з нас не був готовий до війни, але навіть в таких обставинах треба знати, як справлятися з панікою та страхами, що є першочерговим завданням для збереження здоров'я людини в умовах війни.

Література

1. https://bf.diia.gov.ua/articles/strakh-povitrianykh-tryvoh-iak-vporatysia-samostiino-i-dopomohty-dytyni

НАУКОВО-ПАРАДИГМАЛЬНІ ЗАСАДИ РЕГУЛЮВАННЯ СКИДАННЯ ЗАБРУДНЮВАЛЬНИХ РЕЧОВИН В ПОВЕРХНЕВІ ВОДИ УКРАЇНИ ТА ЄС

Уберман В.І.[1], **Васьковець Л.А.**[2]

[1] НДУ «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем», м. Харків, [2] НТУ «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У 2024 – 2025 рр. Україною здійснено перехід до європейської боротьби за якість довкілля – прийнято Закон України «Про інтегроване запобігання та контроль промислового забруднення» (Закон). Також затверджено українські плани управління річковими басейнами та системи класифікації хімічного стану масивів поверхневих вод. У цьому зв'язку досліджуються парадигмальні засади еколого-правового регулювання скидання забруднювальних речовин (РСЗР) в поверхневі води. Закон поширюється на екологічно небезпечні промислові підприємства (за встановленим переліком) та реалізується т. зв. інтегрованим довкіллєвим дозволом, спільним для усіх середовищ та впливів. Визначено, що український та європейський еколого-правові інститути РСЗР ґрунтуються на інструментах лімітувального типу: нормативах речовинного стану й властивостей водного об'єкта та нормативах впливу на стан водного об'єкта (ВО). До перших належать нормативи гранично допустимих скидів речовин (ГДС), до других – нормативи гранично допустимих концентрацій (ГДК) для певних видів водокористування та екологічні нормативи якості води (ЕНЯВ). Регулювальний вплив Закону спрямовано на діяльність промислових водокористувачів, а водного законодавства України – на встановлені категорії зворотної води. Така відмінність вимагає або певного відокремлення скидів ЗР у множині всіх викидів при використанні Закону, або внесення у Водний кодекс України відповідних змін. Українська парадигма РСЗР полягає у забезпеченні вимог якості води для користування нею на певній відстані від скидів зворотної води поза відповідної ділянки ВО. Такі ділянки – зони змішування (ЗЗ) – встановлюються з метою використання їх властивостей (асиміляційної спроможності (АС) та самоочисної здатності (СЗ)) для зменшення поза ЗЗ шкідливого впливу на людину та довкілля речовин, скинутих зі зворотною водою при спеціальному водокористуванні (СВ). Традиційними регулювальними інструментами фактично слугують: нормативи ГДС з випусків у ВО та нормативи ГДК речовин у ВО, а також ЕНЯВ. Ця парадигма притаманна застарілій на понад 50 років економіко-центричній системі охорони якості вод від ЗР. Українська парадигма породжує складні розрахункові визначення нормативів ГДС та має кон'юнктивну логіку взаємозв'язку між ними й нормативами ГДК. Натомість європейська парадигма стосовно більшості ЗР є екосистемно-центричною та безрозрахунковою, не передбачає використання АС та СЗ, тобто нормативів ГДК, а її логіка взаємозв'язку між нормативами ГДС та ЕНЯВ (крім т. зв. пріоритетних ЗР) є (сильно) диз'юнктивною. Головною особливістю сучасної української охорони вод є існування обох парадигм РСЗР. Для СВ у воєнний та у повоєнний періоди на території України європейська парадигма є більш прийнятною.

ПРОФЕСІЙНИЙ РИЗИК ЗАБРУДНЮВАЧІВ ПОВІТРЯ РОБОЧОЇ ЗОНИ ГАЗОЗВАРЮВАЛЬНИКІВ

Васьковець Л. А., Окомашенко Д.П.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Робота зварювальника належить до однієї з небезпечних професій за умовами праці через комплексну, комбіновану або поєднану дію небезпечних і шкідливих виробничих факторів фізичної, хімічної та психофізіологічної природи. Нехтування вимогами безпеки підвищує ризик виникнення професійних захворювань пов'язаних з ураженнями нервової та серцево-судинної систем, органів дихання та ін., важкість яких залежить від експозиції протягом трудового стажу. Серед провідних факторів впливу на зварювальників незалежно від виду зварювання є хімічні речовини у твердій та газоподібній формах. Найбільшу небезпеку чинять зварювальні аерозолі, що складаються з ультрадисперсних продуктів конденсації парів металів.

Одним із інструментів підвищення ефективності виробничої безпеки є оцінка професійних ризиків, що на сьогодні набуває особливої актуальності через вдосконалення системи управління охороною праці на підприємствах. На шляху адаптації українського законодавства з охорони праці до законодавства ЄС було розроблено державні та регіональні програми поліпшення стану безпеки, гігієни праці і виробничого середовища, що зорієнтовані на визначення професійного ризику. Відбувається перехід від парадигми «нульового ризику», тобто дотриманні граничних рівнів діяння до концепції «прийнятного» ризику. Втім існуюча на сьогодні методологічна база для оцінки професійних ризиків далека від досконалості. Наразі в Україні введена в дію методика для оцінки професійного ризику від впливу хімічних речовин у повітрі робочої зони. Визначенню рівнів небезпеки впливу хімічних речовин під час зварювання присвячено багато досліджень, але вони переважно торкалися проблеми пошкодження здоров'я електрозварювальників. Ризику впливу забруднювачів повітря робочої зони газозварювальників не приділялося належної уваги. Дослідження, що проводилися у навчально-виробничому центрі ЗВО показали, що повітря робочої зони газозварювальників було забруднене сполуками мангану у зварювальних аерозолях, оксидами азоту, заліза, вуглецю, озоном. Оксиди азоту, вуглецю, озону відносяться до речовин односпрямованої, а заліза та мангану – різноспрямованої дії. Усі ці забруднювачі належать до неканцерогенних речовин. За розрахунками коефіцієнту небезпеки були отримано наступні рівні неканцерогенного ризику здоров'ю газозварювальників: за сполуками мангану– 10000: озону 8: оксидами азоту, заліза, вуглецю відповідно 40; 1,27; 2,7. Оскільки забруднювачі діють на працівників одночасно був розрахований ризик неканцерогенних ефектів за комбінованого впливу. Він становив 10052.

Отже, рівні ризику впливу на газозварювальників забруднювачів повітря робочої зони не є допустимими та свідчать про вірогідність виникнення шкідливих ефектів пропорційно збільшенню коефіцієнту небезпеки.

ЗЕЛЕНО-БЛАКИТНА ІНФРАСТРУКТУРА ТА КЛІМАТИЧНА СТІЙКІСТЬ МІСТ

Пітеров М. Ю., Новожилова Т.Б.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

За даними Організації Об'єднаних Націй, наразі 55 % населення світу проживає в міських районах. За прогнозами, до 2050 року ця частка зросте до 68 %. Така тенденція урбанізації, як у просторовому, так і в демографічному вимірах, впливає на природну інфраструктуру, порушуючи її природні механізми стійкості. Вона також суттєво впливає на здоров'я та екологічні функції міського середовища, спричиняючи деградацію рослинності, забруднення води та втрату біорізноманіття. До того ж, у більшості випадків у містах спостерігається менша кількість зелених насаджень і водойм у порівнянні з прилеглими територіями.

Підвищення середньої температури повітря призводить до більш частих і серйозних наслідків зміни клімату в містах. Урбанізовані території особливо гостро відчувають ці ефекти через щільну забудову, складну інфраструктуру та високу густоту населення. Штучні, непроникні поверхні сприяють утворенню ефекту міського теплового острова, внаслідок чого температура поверхні в містах може бути на 10–15 °C вищою, ніж у навколишніх районах. Одночасно такі поверхні збільшують обсяг поверхневого стоку, що робить міста особливо вразливими до паводків під час штормів і злив.

В умовах зростаючої кліматичної вразливості міст особливо актуальним стає пошук стійких, природоорієнтованих рішень. Одним із таких підходів є розвиток зелено-блакитної інфраструктури (Green-blue infrastructure, GBI), здатної пом'якшити наслідки кліматичних змін і водночас забезпечити широкий спектр екологічних і соціальних переваг.

Зелено-блакитна інфраструктура – це мережа природних і напівприродних елементів, що забезпечують численні екологічні, соціальні та економічні вигоди. Вона підкреслює цінність природи для суспільства і дозволяє уникнути надмірної залежності від дорогої інженерної інфраструктури, адже природні рішення часто є більш економічно вигідними та довговічними. Природоорієнтовані рішення в середньому на 50 % економічно ефективніші за інженерні альтернативи і дають на 28 % більше доданої вартості.

Зелено-блакитна інфраструктура зазвичай поєднує зелену інфраструктуру – парки, зелені дахи, міські ліси – із блакитною інфраструктурою, такою як річки, озера та водно-болотні угіддя. Такий інтегрований підхід допомагає управляти дощовими водами, покращувати якість повітря, підвищувати біорізноманіття та створювати рекреаційні зони для населення.

Таким чином, інтеграція зелено-блакитної інфраструктури в міське планування є ключовою умовою адаптації до зміни клімату та підвищення якості життя в урбанізованому середовищі.

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ PAST – ЯК ІНСТРУМЕНТ АНАЛІЗУ ДАНИХ В ОХОРОНІ ПРАЦІ

Семенов Є.О., Твердохлєбова Н.Є., Євтушенко Н.С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сучасні розрахунки та дослідження в галузях охорони праці та цивільної безпеки повинні базуватись на чіткій доказовій основі з використанням статистичних методів аналізу, оскільки від цього залежить якість зроблених висновків та розроблених на їх основі рекомендацій та заходів.

З ряда причин у студентів що навчаються за спеціальністю J4 «Охорона праці» виникає ряд труднощів з вибором відповідного пакету для аналізу даних. Наявне ліцензійне програмне забезпечення, що отримало значне поширення, вчасності Statistica та SPSS, є дороговартістним. Безкоштовний аналог PSPP – дещо не зручний, має обмежену кількість засобів. Окремі мови програмування та пакети R та Python можуть бути використані [1], але виникають труднощі при їх використанні, оскільки їх застосування потребує навичок програмування.

Водночас більшість необхідних методів аналізу даних можна виконати з використанням пакету PAST (PAlaeontological STatistics) [2]. PAST – це безкоштовне програмне забезпечення для виконання аналізу даних палеонтологічних досліджень. Воно отримало поширення для статистичного аналізу і в інших галузях, наприклад, серед екологів. PAST не має підтримки українською мовою, але має перевагу – не потребує інсталяції, тому може працювати з флеш-накопичувача для різних операційних систем. Програма містить багато інструментів для попередньої роботи з даними: логарифмування, конвертація даних тощо. Вона має багато можливостей для графічного аналізу та візуалізації даних шляхом побудови різних видів та типів графіків в 2D та 3D форматах, дозволяє розраховувати описові статистики, виконувати перевірку даних на «нормальність» різними процедурами. В PAST містяться найбільш розповсюджені параметричні та непараметричні методи аналізу та статистичні тести (критерії): дисперсійний, кореляційний, кластерний, факторний аналіз тощо.

Таким чином, пакет PAST може бути застосований як інструмент аналізу даних студентами, що навчаються за спеціальністю J4 «Охорона праці», як під час навчання, так і при виконанні студентських наукових робіт.

Література:

1. Семенов Є.О., Твердохлєбова Н.Є. Досвід навчання в дистанційному курсі "Аналіз даних та статистичне виведення на мові R". Безпека людини у сучасних умовах : зб. тез наук. доп. 15-ї Міжнар. наук.-метод. конф. та Міжнар. наук. конф. Європ. Асоц. наук з безпеки (EAS), 7-8 грудня 2023 р. = Human safety in modern conditions : coll. of 15th Intern. Sci. and Methodological Conf., Intern. Sci. Conf. of the Europ. Assoc. for Security (EAS), December 7-8, 2023 / відп. за вип. В.В. Березуцький ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т" [та ін.]. – Електрон. текст. дані. – Харків, 2023. – С. 73-74.

2. Hammer, D.A.T. Harper, P.D. Ryan. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Palaeontologia Electronica. 2001. Vol. 4, № 1. P. 1–9.

METHODOLOGY FOR DISPOSAL OF USED MILITARY EQUIPMENT

Vambol S.O., Trush O.O., Mezentseva I.O.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

The aim of the study is to develop a scientific and methodological approach to the study of the handling of spent military equipment, taking into account the visualization of the information and analytical review. Based on the analysis of existing approaches [1], a step-by-step scientifically substantiated methodology for the disposal of spent military equipment was developed, taking into account the visualization of the information and analytical review. At the same time, the main parameters and the algorithm for visualizing the information and analytical review for the proposed methodology were determined.

To develop the research methodology, an approach was chosen based on comparing the searches and results of both theorists and practitioners of the scientific field, combining environmental safety and environmental protection technologies. Own experience was used, based on the results of own theoretical and applied research in the field of waste management and handling, development of recycling technologies and equipment for solving environmental protection problems. The most common method of analysis used in this case was information and analytical, based on open information sources. The main tool for visualizing information research was a software product based on VOSviewer, which can be adapted in a fairly flexible way to solve the tasks set.

Eight main linear-sequential stages of the methodology were formulated, namely:

- Formulating the problematic question, formulating the main objectives of the research.
- Evidence, facts and justification for the need to resolve the problematic issue.
- Determination of the main criteria for selecting information sources and publications.
- Primary, detailed information-analytical (with visualization) analysis of full-text studies.
- Analysis of existing and development of the main theoretical and technological foundations for solving the problematic issue.
- Implementation of innovative waste management projects and disclosure of the nature of the risks of these measures.
- Comparison of the obtained results and practical experience in waste management.
- Conclusions, suggestions and advice based on the results of the scientific research.

The proposed methodology is not dogmatic and is essentially the beginning of a sequential-parallel approach to the study of this problem. The authors hope that the proposed linear-sequential methodology can be useful for developing the scientific basis for the disposal of used military equipment.

Literature:

1. Vambol, S.O., Tkachuk, K.K., Shestopalov, O.V., Sakun, A.O., Vambol, V.S. (2024). Methodological approach to the study of industrial waste management and visualization of information and analytical review. Problems of labor protection in Ukraine, 40 (3-4), 3-12. DOI: 10.36804/nndipbop.40-3-4.2024.3-12.

ОСОБЛИВОСТІ УМОВ ПРАЦІ НАПОВНЮВАЧІВ БАЛОНІВ

Мезенцева І.О., Вамболь С.О., Нестеренко О.В., Кириленко К.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Фарбувальні роботи проводяться на заключному етапі технологічних процесів виготовлення різноманітних виробів. Лакофарбові покриття надають готовим виробам належний естетичний вигляд та захищають вироби від впливу факторів зовнішнього середовища, зменшують ризик виникнення корозії та ржі.

Останнім часом все більше розповсюдження отримують фарбувальні матеріали у вигляді аерозолів [1]. До переваг застосування фарбувальних аерозолів можна віднести якісне фарбування у важкодоступних місцях, постійну готовність до використання, швидке висихання поверхні фарбування тощо. Серед недоліків можна виділити: відсутність можливості змішування різних кольорів та коригування густини фарби розчинником, заборону розпилення зовні приміщення при вітряній погоді та наявність навиків при роботі з аерозолями.

Виготовлення фарбувальних аерозолів відбувається на спеціалізованих підприємствах, які мають відповідне оснащення та матеріали. Безпечність на дільниці наповнення балонів оцінюють на підставі карти умов праці, яку складають за результатами атестації робочого місця, що проводиться один раз у 5 років за рахунок власника підприємства. Серед факторів виробничого середовища, які розглядаються протягом атестації робочого місця наповнювача балонів такі, як насичені аліфатичні вуглеводні, шум та мікроклімат у приміщенні. Фактори трудового процесу, що включать важкість праці: маса піднімання та переміщення вантажу, робоча поза, нахили тулуба, величина статичного навантаження за зміну тощо, та напруженість праці: емоційна та інтелектуальна напруженість, тривалість зосередження, змінність роботи та тривалість робочого дня. По результатам комплексної оцінки факторів виробничого середовища та трудового процесу і факторів технічного та організаційного рівня на робочому місці наповнювача балонів в наявності тільки один фактор, що відноситься до 3 класу 1 ступеня, тобто умови праці шкідливі. Працівник має право на доплату за умови праці у розмірі 4% та щорічну додаткову відпустку протягом 2 днів.

Впровадження на підприємстві системи управління охороною здоров'я та безпекою праці (ISO 45001) надає реальні підстави для покращення умов праці робітників. Зокрема робоче місце наповнювача балонів оснащується сучасним автоматизованим обладнанням та колективними (приточно-витяжна система вентиляції) та індивідуальними (захисний одяг, маски, окуляри тощо) захисними засобами.

Література:

1. Мезенцев С. М. Особливості виготовлення та безпека праці при виробництві фарб [Електронний ресурс] / С. М. Мезенцев, І. О. Мезенцева // Безпека людини у сучасних умовах : зб. доп. 14-ї Міжнар. наук.-метод. конф. та 149-ї Міжнар. наук. конф. Європ. Асоц. наук з безпеки (EAS), 1-2 грудня 2022 р. / відп. за вип. В. В. Березуцький ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т" [та ін.]. – Електрон. текст. дані. – Харків, 2022. – С. 99-101.

USE OF VENTILATION IN THE ENGINEERING INDUSTRY

Mezentseva I.O.[1], Orlova V.O.[1], Vambol V.S.[1,2]
[1]National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv
[2]Lublin University of Technology, Lublin, Poland

Occupational diseases are becoming an increasing problem in the modern world, which indicates the combined impact of harmful factors of the production environment and the labor process on workers in mechanical engineering, shortcomings in the work of health care institutions that conduct periodic medical examinations [1].

The mechanical engineering industry is accompanied by the release of heat, dust and gas, mineral oils, and emulsions of combustion products into the air. Mechanical ventilation systems are used to contain and remove harmful impurities directly from the places of their formation.

The industrial mechanical ventilation system is divided into types: general, zonal, local, emergency.

General ventilation removes contaminated exhaust air and supplies clean air throughout the entire volume of the room. Zonal systems provide extraction of contaminated air in a specific zone, and local local exhaust fans are installed where the greatest amount of pollution occurs. Emergency ventilation is used in production facilities with a high risk of smoke [2].

Machine-building enterprises should not have a significant man-made impact on atmospheric air. Exhaust air is cleaned by industrial filtration, which involves the removal of solid particles, pollutants and other undesirable components from the exhaust air in an industrial environment. According to the method of cleaning polluted air, dry and wet filtration systems are distinguished. The type of air cleaning used depends on the production process and the type of air pollution sources.

There are a large number of regulatory acts to regulate air quality in industry, which differ depending on the country and industry. The main quality standard in the European Union countries is the ISO 8573 standard.

The absence or poor-quality ventilation system leads to a violation of air quality standards, exposure of workers to harmful substances and corrosion of devices at the installation, as well as potential damage to equipment and products and a decrease in efficiency, for example, of a production line.

Air ventilation is one of the key processes in the engineering industry to ensure air quality and worker safety.

Література:

1. Trends and Challenges of Chronic Occupational Morbidity in Ukraine: A Sectoral Analysis and Preventive Strategies / Iryna Mezentseva [et al.] // Diversity: Disease Preventive of Research Integrity. – 2025. – Vol. 5, iss. 2. – P. 60-68.

2. НПАОП 29.2-1.01-58. Загальні правила безпеки та промислової санітарії для підприємств та організацій машинобудування.

ВИДАЛЕННЯ МІКРОПЛАСТИКУ З ВОДИ: МЕМБРАННІ ТЕХНОЛОГІЇ

Войтенко Д. М., Журко С. А, Нечипоренко Д. І.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У 21 сторіччі проблема накопичення мікропластику у водних екосистемах набуває глобального масштабу. Мікропластики – це пластикові частинки розміром менше 5 мм, які виявляються у поверхневих, підземних, питних та стічних водах. Їх джерела різноманітні – від промислових викидів до побутових відходів. Незважаючи на ефективність існуючих систем водоочищення, повне видалення мікропластику залишається складним завданням, і він продовжує циркулювати в навколишньому середовищі, справляючи негативний вплив на екосистеми.

Одним із найбільш перспективних напрямів боротьби з мікропластиком є використання мембранних технологій – мікрофільтрації, ультрафільтрації, нанофільтрації, зворотного осмосу та мембранних біореакторів. Мембрани здатні затримувати мікрочастинки завдяки малому розміру пор (до нанометрів), що забезпечує високий рівень видалення мікропластику. Наприклад, технологія мембранних біореакторів дозволяє знизити концентрацію мікропластику з 6,9 до 0,005 частинок/л. Комбіновані схеми обробки, що включають ультрафільтрацію та зворотний осмос, демонструють ефективність до 98 %.

Порівняльний аналіз показує, що мембранні методи суттєво перевершують традиційні способи очищення (наприклад, піщану фільтрацію, флотацію тощо), особливо щодо частинок менш 100 мкм. Водночас експлуатація мембран пов'язана з низкою технічних викликів: забрудненням, зниженням проникності, необхідністю регенерації та ін. Також залишається відкритим питання потенційного виділення мікропластику самими мембранами в процесі експлуатації, що вимагає подальших наукових і технічних досліджень.

Перевагами мембранних систем є їхня універсальність, модульність, висока селективність, а також відсутність потреби у використанні хімічних реагентів. Вони можуть бути інтегровані в уже існуючі очисні споруди, значно підвищуючи їхню ефективність. Перспективними напрямами вважаються розробка мембран із самоочисною поверхнею, антифоулінгові покриття, а також комбіновані системи з фотокаталітичною обробкою.

Таким чином, мембранні технології є ефективним і сталим інструментом видалення мікропластику з води та стічних вод. Їх подальший розвиток і впровадження на рівні водоочисних систем різного масштабу може стати ключовим кроком у боротьбі з мікропластиковим забрудненням та забезпеченні екологічної безпеки водних ресурсів.

Література:

1. Acarer, S. (2023). A review of microplastic removal from water and wastewater by membrane technologies. Environmental Chemistry Letters, 21, 2813–2842. https://doi.org/10.1007/s10311-023-01570-y

ОСОБЛИВОСТІ ОЦІНКИ РИЗИКІВ РОБОЧИХ МІСЦЬ ДЛЯ ДРІБНОСЕРІЙНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Макаренко В.В., Музикіна О.А., Галичев А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Для створення покращених умов праці на робочих місцях повинно відбуватися планомірні заходи з охорони праці які включають в себе оцінку ризиків. Виявлення наявних ризиків на кожному робочому місці дозволяє знизити виробничий травматизм та профзахворювання за рахунок рекомендацій та превентивних заходів наданих в картах ризиків. Не залежно від форми власності та масштабності виробництва роботодавець зобов'язаний забезпечити умови праці встановленим державним нормативам або відповідним галузевим стандартам.

На виробництвах з невеликою кількістю працівників, як правило, обмежено кадровий та фаховий ресурс системи управління охороною праці та відсутні дані про небезпеки та супутні ризики. Однак, на таких виробництвах перевагою є знання загальної організації виробництва яким володіють і роботодавець, і працівники. Виробничі небезпеки, існуючі на малих і середніх підприємствах, відносяться до категорії типових для яких уже є відпрацьовані заходи контролю. Але на малих підприємствах можуть мати місце деякі технологічні процеси де оцінка ризику відносно складна, тому необхідна фахова допомога.

Отже, для проведення оцінки ризику на робочих місцях дрібносерійних виробництв, окрім загального підходу, доречно оцінювати ризик на умовах консультацій або анкетування з усіма особами, присутніми на робочих місцях, як керівного складу так і працівників. На основі отриманих даних провести аналіз додаткових небезпек, що дозволить охопити оцінкою всі види діяльності, визначити засоби усунення визначеного ризику та врахувати наслідки щодо травм, професійних захворювань та економічних збитків підприємства.

Література

1. Про охорону праці зі змінами 2025 рік №2694-XII від 14.10.1992, редакція від 14.08.2021, : https://urst.com.ua/download_act/pro_okhoronu_pratsi
2. Методика проведення роботодавцем заходів з безпеки та гігієни праці на основі ризикоорієнтованого підходу, https://dsp.gov.ua/wp-content/uploads/2020/07/proekt-postanovy-.doc

THREATS TO THE ECOLOGICAL STATE OF THE UKRAINIAN-POLISH BORDER AREAS DURING THE WAR

Nykoniuk E.S., Samoilenko N.M.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

The war in Ukraine has become a major environmental problem in the border areas. Research on air pollution shows that the hostilities have already led to an average increase of about 9.78% in PM 2.5 and 10.07% in NO_2 emissions, as well as an average decrease of about 7.93% in ozone emissions in European cities located near the war zones [1].

The Ukrainian-Polish border regions are affected by direct military actions and secondary environmental impacts related to population displacement, land use change, and increased demand for natural resources. In these situations, an assessment of the ecological condition of these areas is crucial to identify possible threats, halt environmental degradation, and ensure sustainable growth in the years following the conflict.

The ecosystems of the border areas are directly affected by pollution resulting from hostilities, rocket attacks, and arson attacks on infrastructure. This primarily concerns the western territories of Ukraine bordering Poland. As a result of the attacks, air masses containing hazardous compounds and combustion products entered the neighboring country. For example, after the shelling of transformers in the village of Pidbirtsi in the Lviv region in May 2022, more than 48 tons of transformer oil and 167 thousand tons of pollutants were released into the air. Air flows were shifting towards Poland, indicating that the effects of the conflict were being felt on the other side of the border [2].

Pollution caused by Russian aggression may also negatively affect such cross-border rivers as the Western Bug and the San, which flow through the territory of the two countries.

The environmental consequences of war are of long-term importance and affect not only natural ecosystems but also the economy and quality of life. Therefore, it is essential to research cross-border impacts and make appropriate decisions to counteract negative changes in the environment. Restoration of nature requires time and financial resources, and while the war continues, the environmental safety of the environment of the two countries is under constant threat.

References:

1.Xue Meng , Bingqing Lu , Chao Liu , Zekun Zhang , Jianmin Chen , Hartmut Herrmann , Xiang Li. .Abrupt exacerbation in air quality over Europe after the outbreak of Russia-Ukraine war. Environment International. Vol. 178, August 2023, 108120. https://doi.org/10.1016/j.envint.2023.108120

2. Розтрьопа В. Загроза, яка не знає кордонів: як війна в Україні впливає на довкілля Європи. URL: https://24tv.ua/agro24/viyna-ukrayini-vplivaye-dovkillya-yevropi-strazhdayut-morya-krayini_n2658087 (дата звернення: 10.04.2025).

WILDLIFE PROTECTION IN THE PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA

Tykhomyrova T.S., Cnen Bin
National Technical University
"Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

The People's Republic of China occupies a large Asian territory – about 9.6 million square kilometers. It has eight landforms on its territory, including deserts, different types of forests, and steppes (fig.1). Such geographical positions provide great biodiversity in the People's Republic of China.



Figure 1 – China`s landforms

The first wildlife protection law was adopted in the People's Republic of China in 1956, but real activity to protect the forest and other unique territories started only in the middle of 1980. The most famous and popular wild animal in the People's Republic of China is a panda. Reserve for giant panda was established in 1963. In 2024, the population of giant pandas in the People's Republic of China was about 1900, two times more than in 1960.

Great achievements in wildlife protection were made in 2002 - a three-month ban for fishing in the Yangtze River, a trade ban on ivory in 2017, and a trade ban on tigers, rhinos, and their products in 2018. 2020 became a year when wildlife consumption was banned.

Progress in wildlife protection can't be achieved without forest protection. Rapid industrialization and urbanization caused deforestation in the 1940s in the People's Republic of China. Thanks to understanding the forest`s role in air purification, today, about 20% of China`s territory is covered by forest, 2.5 times more than in 1949.

Land and wetland degradation is one of the most important problems that must be solved in the next 5 years. The government prioritizes new, environmentally friendly agriculture technologies to stop land degradation. To protect and preserve wetlands, the People's Republic of China uses instruments of the Ramsar Convention, which was signed by China. Wetlands are important for bird biodiversity.

Governmental efforts and programs to reduce air and water pollution are important for saving wildlife. Great progress was made in reducing greenhouse gas emissions thanks to the Winter Action Plan in 2020-2024 in the two most industrial regions.

СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ РИНКУ БІОПОЛІМЕРІВ В УКРАЇНІ

Гадаєва Ю. С., Самойленко Н.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сьогодні Україна, як і інші країни світу, активно шукає альтернативу традиційним пластикам через гостру проблему забруднення довкілля. Значна частина пластикових виробів використовується у сфері пакування, серед якого виділяється одноразове пакування, що стає джерелом утворення найбільших обсягів відходів. Тому важливим є формування вітчизняного ринку пакування з орієнтацією на полімерні матеріали, здатні до біорозкладання, які є у найбільшій мірі безпечними для довкілля.

Згідно з дослідженнями [1], Україна має значний потенціал для розвитку галузі завдяки наявності власної сировинної бази, зокрема кукурудзяного крохмалю та цукрового буряка. Українські науковці активно працюють над створенням інноваційних біоматеріалів, досліджуючи нові композиції та методи покращення їхніх фізико-механічних властивостей. Найбільш перспективними для пакування вважаються біополімерні матеріали на основі PLA, PBAT та їхніх композитів із крохмалем і вітчизняні виробники вже мають досвід виготовлення пакувальних матеріалів PBAT/PLA з кукурудзяним крохмалем, які відповідають європейським екологічним стандартам. Наукові дослідження ефективності біодеградації таких матеріалів демонструють значні перспективи їхнього застосування, а експериментальні дані [2] свідчать, що пакети PBAT/PLA з кукурудзяним крохмалем можуть демонструвати достатній рівень біорозкладання.

Незважаючи на очевидні успіхи, масове впровадження біополімерів в Україні залишається обмеженим. Проте, згідно з прогнозами експертів, до 2030 року частка біополімерних матеріалів в Україні може зрости до 15–20%. Зокрема цьому сприятиме державна підтримка екологічних ініціатив, підвищення екологічної свідомості населення, удосконалення операцій управління відходами.

Таким чином, Україна має всі передумови для трансформації пакувального сектору у бік сталого розвитку. У подальшому необхідно активізувати наукові дослідження, забезпечити законодавчу підтримку, інвестувати у виробництво та переробку біополімерних матеріалів, а також проводити широкі інформаційні кампанії для споживачів щодо відходів пакування.

Література:

1. Гавриленко О. М., Плішивий Б. М. (2023). Світові тенденції розвитку ринку біорозкладних пакувальних матеріалів. *Науковий вісник Ужгородського національного університету*, Вип. 47, С. 160–165.

2. Гадаєва Ю. С., Самойленко Н. М. (2024). Дослідження біорозкладання одноразового пакування. *Екологічні науки*, № 3(54), С. 139–143.

РАДІОЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ ПРИРОДНИХ ВОД В ПІВДЕННИХ ОБЛАСТЯХ УКРАЇНИ

Косенкова І.Д., Бабенко В.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Актуальність питання радіоекологічного моніторингу природніх прісних вод полягає у тому, що від якості води, яка споживається населенням, залежить кількість онкологічних захворювань та загальне здоров'я людей. Повномасштабні військові дії в Україні, що почались в лютому 2022 року, призвели до значного зниження радіоекологічної безпеки багатьох регіонів, особливо це стосується контролю за радіоактивним забрудненням. Інфраструктура атомних станцій, хоча і має декілька рівнів захисту, але вразлива до зв'язку з усією енергосистемою країни.

Радіоекологічний моніторинг, як система спостереження за радіоактивним забрудненням довкілля, зокрема і водних ресурсів, створена з метою захисту здоров'я населення, біорізноманіття та довгострокової екологічної безпеки. Військові дії РФ, особливо окупація Запорізької АЕС, створюють глобальні ризики забруднення штучними радіоактивними ізотопами. На сьогодні немає реальної можливості провести повноцінні моніторингові спостереження руслу Дніпра нижче Запоріжжя і до самого гирла річки. В 2024 році в Україні діяли кілька структур, які здійснюють радіологічний моніторинг: по-перше це Український гідрометеорологічний центр (Укргідрометцентр), що веде регулярні спостереження на гідро-постах, по-друге це Державне агентство України з управління зоною відчуження ЧАЕС, що здійснює контроль у Чорнобильській зоні, зокрема річці Прип'ять і прилеглих водних об'єктах, по-третє це Держпродспоживслужба і МОЗ з моніторингу питної води, в четвертих це Науково-дослідний інститут геохімії та Інститут гідробіології НАН України і в п'ятих це міжнародні програми де є участь України в проектах МАГАТЕ, *UNECE*, *OSCE*. Отже, серед всіх вищеперерахованих структур, тільки співробітники проекту МАГАТЕ мали змогу потрапити на ЗАЕС, де проводили вимірювання рівня радіації, але заміри проб води їм не було представлено.

Для заходів по виявленню змін в радіологічному фоні, в ідеалі, бажано мати засоби дистанційного контролю, літальні апарати та супутники. Звичайно, на сьогодні в Україні немає таких можливостей, але при наявності обладнання по радіологічному контролю, потрібно залучати, до спільної роботи, урядовців, молодих мобільних науковців та мешканців територіальних громад, для збору та передачі таких даних через чат-боти. Такий, доволі простий комплексний підхід може допомогти забезпечити своєчасне виявлення ізотопів і шляхи їх розповсюдження та створити мережу збору інформації.

Література:

1. Дистанційні методи моніторингу довкілля : навч. посіб. / [О. І. Бондар та ін.] ; під ред. д-ра біол. наук, проф. О. І. Бондаря та канд. наук з держ. упр. П. Я. Унгуряна ; Держ. закл. "Держ. екол. акад. післядиплом. освіти та упр." Київ : ОЛДІ-ПЛЮС, 2019. 297 с.

ВПЛИВ ВІЙНИ НА СИСТЕМУ ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКУ ВИРОБНИЦТВА В УКРАЇНІ

Березуцький В.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

На сьогодні Україна перебуває у складному становищі через війну та її наслідки. Війна внесла суттєві корективи в усі життєво важливі сфери діяльності людей, зокрема – у сферу безпеки на виробництві. До цього додалися зміни у підходах до охорони праці на всіх рівнях у зв'язку з євроінтеграцією країни та впровадженням міжнародних стандартів у промисловий сектор. У 2021 році, в межах удосконалення системи управління, на розгляд та обговорення керівництвом компаній у сфері безпеки праці та охорони праці регулярно виносилися такі питання: оцінка виконання та ефективності заходів з охорони праці; результати внутрішнього розслідування подій (нещасних випадків, аварій, інцидентів); розвиток культури безпеки – лідерство керівників і залученість працівників; виробничі та професійні ризики й заходи щодо їхнього зниження. Таким чином компанії підтверджували свою прихильність до концепції **Vision Zero** – руху до нульового рівня травматизму, який підтримується Міжнародною асоціацією соціального забезпечення (МАСО). Метою цієї ініціативи є вплив на зниження показників смертності й травматизму на виробництві та подолання формального підходу до питань охорони праці. Концепція **Vision Zero** охоплює екологічну, промислову та пожежну безпеку, виробничий контроль і охорону праці. Війна змінила чинні положення та норми. Попри значні безпекові ризики, тисячі підприємств продовжують працювати, адже їхня діяльність є основою економічної стабільності нашої держави. Існують відмінності в організації роботи в мирний і воєнний час. Згідно з Конституцією України, права і свободи людини і громадянина не можуть бути обмежені. Проте під час воєнного або надзвичайного стану можуть запроваджуватися окремі обмеження прав і свобод громадян зі встановленням строку їх дії, за винятком прав, гарантованих статтями 24, 25, 27, 28, 29, 40, 47, 51, 52, 55–63 Конституції України (стаття 64). Згідно з постановою Кабінету Міністрів України від 13.03.2022 № 303, проведення планових і позапланових заходів державного нагляду (контролю) та державного ринкового нагляду на період воєнного стану було призупинено. Однак у разі загрози, що може мати негативний вплив на права, законні інтереси, життя та здоров'я людини, на довкілля або безпеку держави, а також для виконання міжнародних зобов'язань України, дозволяється проведення позапланових перевірок на підставі рішень центральних органів виконавчої влади.

Війна внесла й багато інших змін у життя населення та діяльність підприємств. Проте питання забезпечення безпеки залишається одним із найважливіших і потребує особливої уваги.

ПРОФЕСІЙНА БЕЗПЕКА ПРИ РОБОТІ З НЕБЕЗПЕЧНИМИ ВІДХОДАМИ

Твердохлєбова Н.Є., Домбровський В.Ю.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Проблема небезпечних відходів набула глобального масштабу через стрімке зростання населення, індустріалізацію, урбанізацію та підвищення споживання ресурсів [1].

Згідно з міжнародними стандартами, такими як Базельська конвенція, небезпечні відходи мають одну або кілька властивостей: токсичність, що викликає гостре або хронічне отруєння (наприклад, пестициди, важкі метали); радіоактивність, що пошкоджує живі клітини (наприклад, уранові відходи); займистість, тобто здатність легко спалахувати (наприклад, розчинники); корозійність, що руйнує матеріали або тканини організму (наприклад, кислоти); реактивність, яка може спричинити вибух чи токсичний викид (наприклад, деякі пероксиди); інфекційність, тобто наявність патогенних мікроорганізмів, що викликають захворювання (наприклад, медичні відходи).

Небезпечні відходи можуть утворюватися як побічний продукт промислової діяльності або бути результатом побутового використання матеріалів із токсичними, вибухонебезпечними чи шкідливими компонентами. Робота з ними є високоризикованим процесом, який вимагає ретельного дотримання всіх стандартів професійної безпеки та охорони здоров'я. Це пов'язано з тим, що небезпечні відходи можуть містити різноманітні шкідливі та агресивні компоненти, такі як токсичні хімічні речовини, корозійні сполуки, радіоактивні матеріали, а також можуть бути вибухонебезпечними. Крім того, неправильне зберігання, транспортування або утилізація відходів може спричинити забруднення навколишнього середовища, що має катастрофічні наслідки для екосистем та здоров'я населення [2].

Організація заходів безпеки на підприємствах, що працюють з небезпечними відходами, є ключовою для зниження ризиків, забезпечення здоров'я працівників і захисту довкілля.

Україна має значний потенціал для вдосконалення системи поводження з небезпечними відходами. Пріоритетними напрямами є створення сучасних заводів з інсинерації, рециклінгу та біоремедіації, впровадження технологій хімічної нейтралізації та нанотехнологій, а також організація спеціалізованих полігонів для безпечного захоронення відходів.

Література:

1. Твердохлєбова Н.Є. Причини утворення небезпечного середовища в технологічному обладнанні // Актуальні питання безпеки праці у контексті сталого розвитку та європейської інтеграції України : матеріали 5-ї Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., Харків, 12–13 листоп. 2024 р. / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2024. – С. 151-153.

2. Твердохлєбова Н. Є. Впровадження інноваційних стратегій забезпечення екологічної безпеки в Україні // Сучасні технології у промисловому виробництві : матеріали 9-ї Всеук. наук.-техн. конф. (м. Суми, 23–26 квітня 2024 р.) / редкол.: О. Г. Гусак, І. В. Павленко. Суми : Сумський державний університет, 2024. С. 173-174.

СЕРТИФІКАЦІЯ ТА АУДИТ БЕЗПЕКИ РОБОТИ З НЕБЕЗПЕЧНИМИ ВІДХОДАМИ

Твердохлєбова Н.Є., Євтушенко Н.С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Одним із важливих елементів забезпечення безпеки є впровадження ефективних заходів сертифікації робочих місць і обладнання, що використовуються для роботи з небезпечними відходами. Підприємства повинні пройти сертифікацію, що підтверджує їх здатність ефективно і безпечно виконувати всі необхідні процедури з утилізації та поводження з відходами відповідно до вимог національних та міжнародних стандартів. Така сертифікація підтверджує не тільки високий рівень безпеки на підприємстві, але й ефективність системи управління, що відповідає стандартам якості та безпеки.

Систематичний аудит безпеки є обов'язковим процесом для кожного підприємства, що працює з небезпечними відходами. Аудит проводиться з метою підтвердження відповідності підприємства вимогам законодавства, а також міжнародним і національним стандартам щодо безпеки праці, охорони здоров'я, екологічної безпеки [1]. Це дозволяє визначити наявність слабких місць у системі безпеки та вжити необхідних заходів для їх усунення [2].

Аудит безпеки охоплює всі аспекти діяльності підприємства від управлінської структури та організації робочих місць до технічного стану обладнання, процесів утилізації відходів та реагування на аварійні ситуації. Він також включає перевірку рівня кваліфікації працівників та їх підготовки до екстрених ситуацій, а також аналіз ефективності системи моніторингу і контролю за забрудненням навколишнього середовища.

Регулярний аудит дозволяє забезпечити динамічне поліпшення заходів безпеки, відстежуючи зміни в технологічних процесах, виявляючи нові ризики та вчасно реагуючи на можливі загрози. Крім того, він дозволяє підтвердити підприємствам наявність необхідних сертифікатів відповідності стандартам ISO та інших міжнародних вимог, що є необхідною умовою для отримання ліцензій на роботу з небезпечними відходами та підтримки репутації компанії як відповідального та безпечного партнера. Крім того, на підприємствах повинні бути розроблені та впроваджені чіткі процедури для виконання всіх етапів роботи з небезпечними відходами від збору до утилізації із зазначенням усіх технічних та охоронних вимог [3].

Література:

1. Твердохлєбова Н. Є. Впровадження інноваційних стратегій забезпечення екологічної безпеки в Україні //Сучасні технології у промисловому виробництві : матеріали 9-ї Всеук. наук.-техн. конф. – Суми, 2024. – С. 173-174.

2. Твердохлєбова Н.Є., Євтушенко Н.С., Семенов Є.О. Забезпечення безпеки працівників металургійних підприємств в умовах сталого розвитку. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я : матеріали XXXI міжнар. наук.-практ. конф. MicroCAD-2023. Харків : НТУ «ХПІ», 2023 р. – С. 379.

3. Tverdokhliebova N. Risk factors affecting health of modern specialists in vocational and psychological training [Electronic resource] / N. Tverdokhliebova, N. Yevtushenko // Educational Challenges : electron. sci. j. – 2023. – Vol. 28, iss. 2. – P. 158-168.

УПРАВЛІННЯ ТЕХНОГЕННОЮ БЕЗПЕКОЮ НА ПРОМИСЛОВИХ ОБ'ЄКТАХ

Твердохлєбова Н.Є., Калініченко В.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Техногенна безпека є фундаментальним компонентом функціонування промислових підприємств, спрямованим на захист людей, навколишнього середовища та матеріальних цінностей від надзвичайних ситуацій техногенного характеру [1].

Сучасні умови функціонування промислових об'єктів потребують постійного вдосконалення механізмів забезпечення техногенної безпеки. Значну роль відіграє ефективне управління ризиками та планування заходів щодо зниження ймовірності виникнення аварій, що потребує інтеграції новітніх технологій і систем моніторингу на всіх етапах виробничого процесу [2].

Управління техногенною безпекою на промислових об'єктах здійснюється через поєднання кількох механізмів. Перш за все, це включає в себе забезпечення належного рівня організаційних заходів, таких як створення спеціальних служб безпеки, визначення відповідальних осіб, організація системи моніторингу та контролю.

Важливим елементом є впровадження технологічних заходів, таких як автоматизовані системи контролю технологічних параметрів, автоматичні системи гасіння пожеж, аварійного відключення обладнання та інші технічні засоби, що допомагають оперативно реагувати на можливі небезпеки.

Техногенна безпека на промислових об'єктах включає цілий комплекс заходів, які орієнтовані на запобігання техногенних катастроф та зменшення їхніх наслідків. Одним із важливих аспектів є моніторинг стану виробничого процесу, що дозволяє виявляти можливі порушення технологічних норм на ранніх етапах. Це здійснюється за допомогою сучасних автоматизованих систем контролю, які постійно спостерігають за параметрами технологічних процесів і в разі відхилень від заданих норм сповіщають відповідальний персонал [3].

Важливо також звертати увагу на підвищення кваліфікації персоналу, модернізацію обладнання, а також розробку нових стандартів і норм, які б відповідали сучасним вимогам безпеки і сталому розвитку [4].

Література:

1. Твердохлєбова Н. Є. Впровадження інноваційних стратегій забезпечення екологічної безпеки в Україні //Сучасні технології у промисловому виробництві : матеріали 9-ї Всеук. наук.-техн. конф. – Суми, 2024. – С. 173-174.

2. Твердохлєбова Н. Є. Шляхи підвищення рівня техногенної безпеки в Україні. Наука і техніка сьогодні. 2022. Вип. 3 (3). С. 127-135.

3. Твердохлєбова Н. Є. Причини утворення небезпечного середовища в технологічному обладнанні // Актуальні питання безпеки праці у контексті сталого розвитку та європейської інтеграції України : матеріали 5-ї Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., Харків, 12–13 листоп. 2024 р. / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2024. – С. 151-153.

4. Твердохлєбова Н.Є., Калініченко В.В. Напрями забезпечення безпеки в умовах сталого розвитку. Матеріали XXXI міжнар. наук.-практ. конф. MicroCAD-2023 [Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я]. – Харків : НТУ «ХПІ», 2023 р. – С. 378

ФАКТОРИ НЕБЕЗПЕКИ ПРИ РІЗНИХ ВИДАХ ЕЛЕКТРОХІМІЧНОЇ ОБРОБКИ МЕТАЛІВ

Твердохлєбова Н.Є., Семенов Є.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Розвиток сучасного машинобудування викликає необхідність застосування на виробництві високоміцних та спеціальних металів і сплавів.

Одним із найбільш перспективних шляхів підвищення вимог до якості обробки є впровадження та вдосконалення електрохімічних методів обробки.

Електрохімічні методи дають можливість обробляти майже всі метали та сплави незалежно від їх хімічного складу, структурного стану та механічних властивостей. Процеси електрохімічної обробки здійснюються за певної взаємодії електродів і вимагають підтримки заданих гідравлічних, механічних та електричних режимів. Електрохімічне обладнання відносять до установок, робота на яких виконується в умовах використання електричного струму, електроліту, механічних рухів деталей, механізмів. Усі зазначені фактори, як специфічні для електрохімічної технології, так і загальні для будь-якого верстатного обладнання, можуть мати шкідливий вплив на організм людини і вимагають вживання загальноприйнятих і спеціальних заходів безпеки [1].

У результаті досліджень та ознайомлення з технологічними процесами [2] виявлено такі фактори небезпеки при різних видах електрохімічної обробки металів та сплавів:

1) вплив токсичних газів та аерозолів, що утворюються в процесі обробки;
2) хімічна дія електролітів;
3) електрична небезпека (при переході вищої напруги у бік нижчого);
4) теплові дії нагрітого електроліту до 80° С і вище;
5) можливість опіку при короткому замиканні плюсової та мінусової шин;
6) вплив механічних факторів і шуму;
7) можливість вибуху газу;
8) вплив електромагнітного поля.

При організації робочого місця електрохімобробника необхідно забезпечити найбільш зручне розміщення всіх застосовуваних пристроїв, інструментів, заготовок та оброблених деталей, щоб виключити при роботі непотрібні рухи, тобто сприяти продуктивній та якісній роботі [3].

Література:

1. Твердохлєбова Н.Є., Євтушенко Н.С., Семенов Є.О. Забезпечення безпеки працівників металургійних підприємств в умовах сталого розвитку. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я : матеріали XXXI міжнар. наук.-практ. конф. MicroCAD-2023. Харків : НТУ «ХПІ», 2023 р. – С. 379.

2. Твердохлєбова Н. Є. Причини утворення небезпечного середовища в технологічному обладнанні. Актуальні питання безпеки праці у контексті сталого розвитку та європейської інтеграції України : матеріали 5-ї Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., Харків, 12–13 листоп. 2024 р. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2024. С. 151-153.

3. Твердохлєбова Н.Є., Калініченко В.В. Напрями забезпечення безпеки в умовах сталого розвитку. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я : матеріали XXXI міжнар. наук.-практ. конф. MicroCAD-2023. Харків : НТУ «ХПІ», 2023. С. 378.

ДОСЛІДЖЕННЯ РІВНІВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ТА ВИРОБНИЧОГО ШУМУ НА ТРАНСФОРМАТОРНІЙ ПІДСТАНЦІЇ

Ящеріцин Є. В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Загальновідомо, що оточуюче нас середовище пронизане електромагнітним випромінюванням(далі – ЕМВ) як природного, так і штучного походження, яке являє собою взаємопов'язані коливання електричного (Е) і магнітного (В) полів. Одним з джерел ЕМВ є електричні трансформаторні(ТП) та перетворювальні(ПП) підстанції. На останніх під час обслуговування електрообладнання знаходяться фахівці електротехнічного персоналу. З цієї причини виникла необхідність у проведенні досліджень рівнів ЕМВ для оцінки їх на відповідность нормативним документам з охорони праці, що діють в Україні. Дослідження цих характеристик проводили на комплектній трансформаторній підстанції ТП – 141 (6/0,4 кВ), що є вбудованою в приміщення, яка належить ТДВ «Салют», м. Харків. Вимірювання рівнів ЕМВ проводилось за допомогою Electromagnetic Radiation Tester GM3120, а значень виробничого шуму – імпульсним шумоміром RTF 00 024. При цьому з характеристик ЕМВ проводили вимірювання магнітної індукції B(мкТл) відповідно до ДСНіП 3.3.6.096-2002, а рівнів виробничого шуму – постійний еквівалентний рівень L(дБА) відповідно до ДСН 3.3.6.037-99, їхні значення наведені в табл.1.

Таблиця 1. Виміряні параметри $\overline{B}$ (мкТл) та L (дБА) на ТП 141 (6/0,4 кВ).

Виміряні параметри	Відстань від розподільчої електрошафи, м	Точки вимірювань						Середні значення *Bcep*(мкТл) та *Lcep*, (дБА)
		1	2	3	4	5	6	
B,(мкТл)	0	12,9	22,7	24,7	23,1	15,5	9,5	18,1
L, (дБА)	0	39	44	44	43	42	45	42,8
B,(мкТл)	0,5	5,4	9,5	20,3	45,6	11.9	6,7	16,6
L, (дБА)	0,5	40	42	40	41	40	39	40,4
В, (мкТл)	1	7,2	13,6	17,0	22,8	17,8	5,0	13,9
L, (дБА)	1	40	42	40	40	40	39	40,2

Спираючись на дані з табл. 1, зазначимо, що найвищі рівні магнітної індукції B та виробничого шуму L спостерігаються біля розподільчої електрошафи, сягаючи середніх значень 18 мкТл та 42,8 дБА відповідно. Зі збільшенням відстані вони зменшуються, досягаючи на максимальній відстані 13,9 мкТл та 40,2 дБА. Аналізуючі отримані значення зазначених вище характеристик, можна зробити висновок, що відповідно до ДСНіП 3.3.6.096-2002 безпечне перебування в магнітному полі з зазначеними у табл.1 значеннями магнітної індукції B можливо часом менше, ніж 1 година. Рівні виробничого шуму відповідно до ДСН 3.3.6.037-99 є цілком безпечні.

ANALYSIS OF THE NOMENCLATURE OF TECHNICAL FLUIDS AND MATERIALS OF PARTS OF FIRE AND EMERGENCY RESCUE EQUIPMENT UNITS AND THEIR SUITABILITY FOR DISPOSAL AFTER THEIR SERVICE LIFE, DURING REPAIR/MAINTENANCE OR IN THE EVENT OF AN ACCIDENT

Kondratenko O., DSc(Eng.), Professor, Head of Dept. of EPT of ESI of MandSP,
Karpenko K., Cadet of 2nd year of spec. 261,
National University of Civil Protection of Ukraine of SES of Ukraine, Kharkiv

Analysis of the nomenclature of technical fluids and materials of parts of fire and emergency rescue equipment units and their suitability for disposal after the end of their service life, during repair/maintenance or in the event of an accident is an urgent task in view of the need to ensure compliance with the requirements contained in the Order of the State Emergency Service of Ukraine No. 618 (on the main activity) dated September 20, 2013 "On approval of the Regulations on the organization of environmental support of the State Emergency Service of Ukraine" both during times of armed aggression and during the post-war reconstruction of the country's critical infrastructure and economy in the historical perspective of ensuring the goals of sustainable development, defined in the Decree of the President of Ukraine No. 722/2019 dated September 30, 2019 "On the Goals of Sustainable Development of Ukraine for the period up to 2030" [1-3]. The purpose of the study is to obtain up-to-date information on the nomenclature of techni-cal fluids and materials of parts of fire and emergency rescue equipment units and their suitability for disposal after the end of their service life, during repair/maintenance or in the event of an accident as a basis for further research on ensuring the technogenic and ecological safety of the operation of equipment units of the institutions and units of the SES of Ukraine, as well as the development of relevant recommendations and environ-mental protection technologies. The object of the study is indicators of the technogenic and ecological safety of the operation of equipment units of the institutions and units of the SES of Ukraine both during armed aggression and the post-war reconstruction of the country's critical infrastructure and economy in the historical perspective of ensuring the goals of sustainable development. The subject of the study is the impact of the nomen-clature of technical fluids and materials of parts of fire and emergency rescue equipment units and their suitability for disposal after the end of their service life, during repair/ maintenance or in the event of an accident on the object of the study.

References:

1. Study of the role of alternative fuels in the energy balance of Ukraine and the countries of the European Union during armed aggression and in the post-war reconstruction of the country's economy and infrastructure [Text] / K. Umerenkova, V. Borysenko, O. Kondratenko, V. Koloskov, O. Strokov, O. Lytvynenko // Technogenic and ecological safety. – 2024. – № 15(1/2024). – pp. 15–35. – doi: 10.52363/2522-1892.2024.1.2.

2. Determination of Thermophysical Properties of Alternative Motor Fuels as an Environmental Aspect of Internal Combustion Engines / K. Umerenkova, V. Borysenko, O. Kondratenko, A. Lievtierov // Engineering Innovations. – 2023. – Vol. 7, pp. 51–59. – DOI: https://doi.org/10.4028/p-4VM7ff.

3. Кондратенко О.М. Науково-методологічні основи захисту атмосферного повітря від техногенного впливу енергоустановок з поршневими двигунами внутрішнього згоряння: дис. д-ра техн. наук: спец 21.06.01 – екологічна безпека [Рукопис] / Олександр Миколайович Кондратенко. – Х.: НУЦЗ України, 2021. – 465 с.

ANALYSIS OF THE IMPACT ON THE ENVIRONMENT AND RESCUER`S HEALTH OF NOISE AND VIBRATION FACTORS DURING THE OPERATION OF FIRE AND EMERGENCY RESCUE EQUIPMENT

Kondratenko O., DSc(Eng.), Professor, Head of Dept. of EPT of ESI of MandSP,
Kartavenko M., Cadet of 2nd year of spec. 261,
National University of Civil Protection of Ukraine of SES of Ukraine, Kharkiv

Analysis of the impact on the environment and the health of the rescuers of noise and vibration factors during the operation of fire and emergency rescue equipment is a relevant task in view of the need to ensure compliance with the requirements contained in the Order of the State Emergency Service of Ukraine No. 618 (on the main activity) dated September 20, 2013 "On approval of the Regulations on the organization of environmental support of the State Emergency Service of Ukraine" both during times of armed aggression and the post-war reconstruction of the country's critical infrastructure and economy in the historical perspective of ensuring the goals of sustainable development, defined in the Decree of the President of Ukraine No. 722/2019 dated September 30, 2019 "On the Goals of Sustainable Development of Ukraine for the period up to 2030" [1-4]. The purpose of the study is to obtain relevant information on the impact on the environment and health of rescuers of noise and vibration factors during the operation of fire and emergency rescue equipment as a basis for further research on ensuring the technogenic and ecological safety of the operation of equipment units of the institutions and divisions of the SES of Ukraine, as well as the development of relevant recommendations and environmental protection technologies. The object of the study is indicators of the technogenic and ecological safety of the operation of equipment units of the institutions and divisions of the SES of Ukraine both during armed aggression and the post-war reconstruction of the country's critical infrastructure and economy in the historical perspective of ensuring the goals of sustainable development. The subject of the study is the impact of noise and vibration during the operation of fire and emergency rescue equipment on the object of the study.

References:

1. Кодекс України про адміністративні правопорушення у редакції від 25.10.2024 р. Стаття 182. Порушення вимог законодавчих та інших нормативно-правових актів щодо захисту населення від шкідливого впливу шуму чи правил додержання тиші в населених пунктах і громадських місцях. – URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/80731-10#Text.

2. Закон України № 3353-XII у редакції від 01.01.2024 р. «Про дорожній рух». Стаття 49. Охорона навколишнього природного середовища. – URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3353-12#Text.

3. Закон України № 4004-XII у редакції від 01.10.2023 р. «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення». Стаття 24. Захист населення від шкідливого впливу шуму, неіонізуючих випромінювань та інших фізичних факторів. – URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4004-12#Text.

4. Кондратенко О.М. Науково-методологічні основи захисту атмосферного повітря від техногенного впливу енергоустановок з поршневими двигунами внутрішнього згоряння: дис. д-ра техн. наук: спец 21.06.01 – екологічна безпека [Рукопис] / Олександр Миколайович Кондратенко. – Харків: Національний університет цивільного захисту України, 2021. – 465 с.

ANALYSIS OF THE NOMENCLATURE AND INDICATORS OF ECOLOGICAL SAFETY OF FIRE-FIGHTING SUBSTANCES IN THE PRACTICE OF APPLICATION BY THE SES OF UKRAINE

Kondratenko O., DSc(Eng.), Professor, Head of Dept. of EPT of ESI of MandSP,
Denysenko M., Cadet of 2nd year of spec. 261,
National University of Civil Protection of Ukraine of SES of Ukraine, Kharkiv

Analysis of the nomenclature and indicators of ecological safety of fire extinguishing agents in the practice of application of the State Emergency Service of Ukraine is an urgent task in view of the need to ensure compliance with the requirements contained in the Order of the State Emergency Service of Ukraine No. 618 (on the main activity) dated September 20, 2013 "On approval of the Regulations on the organization of environmental support of the State Emergency Service of Ukraine" both during times of armed aggression and the post-war reconstruction of the country's critical infrastructure and economy in the historical perspective of ensuring sustainable development goals defined in the Decree of the President of Ukraine No. 722/2019 dated September 30, 2019 "On Sustainable Development Goals of Ukraine for the period up to 2030" [1-3]. The purpose of the study is to obtain up-to-date information on the nomenclature and indicators of ecological safety of fire extinguishing agents in the practice of use of the SES of Ukraine and their suitability for disposal after the end of their service life as a basis for further research on ensuring the technogenic and ecological safety of the operation of technical units of the institutions and divisions of the SES of Ukraine, as well as the development of relevant recommendations and environmental protection technologies. The object of the study is the indicators of the technogenic and ecological safety of the operation of technical units of the institutions and divisions of the SES of Ukraine both during armed aggression and during the post-war reconstruction of the country's critical infrastructure and economy in the historical perspective of ensuring the goals of sustainable development. The subject of the study is the impact of the nomenclature and indicators of ecological safety of fire extinguishing agents in the practice of use of the SES of Ukraine and their suitability for disposal after the end of their service life on the object of the study.

References:

1. Accounting the emissions of engine fuel vapors in the criteria-based assessment of the ecological safety level of power plants with reciprocating ICE exploitation process [Text] / O.M. Kondratenko, V.A. Andronov, T.R. Polishchuk, N.D. Kasionkina, V.A. Krasnov // Двигуни внутрішнього згоряння. – 2022. – № 1. – С. 40–50. – DOI: 10.20998/0419-8719.2022.1.06.

2. Дослідження гідравлічних струменів при створенні систем управління екологічною безпекою об'єктів підвищеного ризику: монографія / С.О. Вамболь, О.М. Кондратенко, І.В. Міщенко, В.Ю. Колосков. – Х.: Стиль-Издат (ФОП Бровін О.В.), 2018. – 204 с. – ISBN 978-617-7555-58-1.

3. Кондратенко О.М. Науково-методологічні основи захисту атмосферного повітря від техногенного впливу енергоустановок з поршневими двигунами внутрішнього згоряння: дис. д-ра техн. наук: спец 21.06.01 – екологічна безпека [Рукопис] / Олександр Миколайович Кондратенко. – Харків: Національний університет цивільного захисту України, 2021. – 465 с.

ANALYSIS OF INDICATORS OF TECHNOGENIC AND ECOLOGICAL SAFETY OF HOUSEHOLD CHEMICALS PRODUCTS USED BY UNITS OF THE SES OF UKRAINE

Kondratenko O., DSc(Eng.), Professor, Head of Dept. of EPT of ESI of MandSP,
Lukashova D., Cadet of 2nd year of spec. 261,
National University of Civil Protection of Ukraine of SES of Ukraine, Kharkiv

Analysis of indicators of technogenic and ecological safety of household chemicals used by the units of the State Emergency Service of Ukraine is an urgent task in view of the need to ensure compliance with the requirements contained in the Order of the State Emergency Service of Ukraine No. 618 (on the main activity) dated September 20, 2013 "On approval of the Regulations on the organization of environmental support of the State Emergency Service of Ukraine" both during times of armed aggression and the post-war reconstruction of the country's critical infrastructure and economy in the historical perspective of ensuring sustainable development goals defined in the Decree of the President of Ukraine No. 722/2019 dated September 30, 2019 "On Sustainable Development Goals of Ukraine for the period up to 2030" [1-3].

The purpose of the study is to obtain relevant information on the indicators of technogenic and ecological safety of household chemicals used by the units of the SES of Ukraine as a basis for further research on ensuring the technogenic and ecological safety of the operation of technical units of the institutions and units of the SES of Ukraine, as well as the development of relevant recommendations and for environmental protection technologies.

The object of the study is the indicators of technogenic and ecological safety of the operation of the institutions and units of the SES of Ukraine both during armed aggression and the post-war reconstruction of the country's critical infrastructure and economy in the historical perspective of ensuring the goals of sustainable development.

The subject of the study is the impact of the indicators of technogenic and ecological safety of household chemicals used by the units of the SES of Ukraine on the object of the study.

References:

1. Постанова Кабінету Міністрів України № 717-2008-п у редакції від 26.12.2023 р. "Про затвердження Технічного регламенту мийних засобів". – URL: https://insat.org.ua/files/services/ldvpe/6/metod.pdf.

2. Норми забезпечення працівників мийними засобами. Портал Охорона праці і пожежна безпека. – URL: https://oppb.com.ua/news/normy-zabezpechennya-pracivnykiv-myynymy-zasobamy.

3. Зольне гранулювання насіння у пакуванні насіння з використанням небезпечних відходів тваринництва / В.Ю. Колосков, Г.М. Колоскова, О.М. Кондратенко, Є.В. Стороженко // Technogenic and ecological safety. – Х.: НУЦЗ України. – 2022. – № 12(2/2022). – С. 65–71. – DOI: 10.52363/2522-1892.2022.2.8.

ANALYSIS OF THE IMPACT ON THE ENVIRONMENT AND RESCUERER`S HEALTH OF ELEMENTS OF COMBAT EQUIPMENT CONTAMINATED BY FIRE AND CONFLAGRATION FACTORS

Kondratenko O., DSc(Eng.), Professor, Head of Dept. of EPT of ESI of MandSP,
Haidai O., Cadet of 2nd year of spec. 261,
National University of Civil Protection of Ukraine of SES of Ukraine, Kharkiv

Analysis of the impact on the environment and the health of a rescuerers from elements of combat equipment contaminated by fire and conflagration factors is an urgent task in view of the need to ensure compliance with the requirements contained in the Order of the State Emergency Service of Ukraine No. 618 (on the main activity) dated September 20, 2013 "On approval of the Regulations on the organization of environmental support of the State Emergency Service of Ukraine" both during times of armed aggression and the post-war reconstruction of the country's critical infrastructure and economy in the historical perspective of ensuring the goals of sustainable development, defined in the Decree of the President of Ukraine No. 722/2019 dated September 30, 2019 "On the Goals of Sustainable Development of Ukraine for the period up to 2030" [1-4].

The purpose of the study is to obtain relevant information on the impact on the environment and the health of the rescuerers from elements of combat equipment contaminated by fire and conflagration factors as a basis for further research on ensuring the technogenic and ecological safety of the operation of technical units of the institutions and units of the SES of Ukraine, as well as the development of relevant recommendations and environmental protection technologies.

The object of the study is indicators of the technogenic and ecological safety of the operation of bodies and institutions of the SES of Ukraine both during armed aggression and the post-war reconstruction of the country's critical infrastructure and economy in the historical perspective of ensuring the goals of sustainable development.

The subject of the study is the impact of elements of combat equipment contaminated by fire and conflagration factors on the object of the study.

References:

1. Наказ ДСНС України № 618 (з основної діяльності) від 20.09.2013 р. «Про затвердження Положення про організацію екологічного забезпечення ДСНС України». – URL: https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0618388-13#Text.

2. Зольне гранулювання насіння у пакуванні насіння з використанням небезпечних відходів тваринництва / В.Ю. Колосков, Г.М. Колоскова, О.М. Кондратенко, Є.В. Стороженко // Technogenic and ecological safety. – Х.: НУЦЗ України. – 2022. – № 12(2/2022). – С. 65–71. – DOI: 10.52363/2522-1892.2022.2.8.

3. Research of Properties and Rational Composition of Ecosafe Building Materials with Ash-and-Slag Waste from Masute Fuel And Coal Combustion / O. Kondratenko, V. Koloskov, H. Koloskova, V. Babakin // Key Engineering Materials. – 2023. – Vol. 935, pp. 85–97. – DOI: 10.4028/p-RwzP9p.

4. Кондратенко О.М. Науково-методологічні основи захисту атмосферного повітря від техногенного впливу енергоустановок з поршневими двигунами внутрішнього згоряння: дис. д-ра техн. наук: спец 21.06.01 – екологічна безпека [Рукопис] / Олександр Миколайович Кондратенко. – Х.: НУЦЗ України, 2021. – 465 с.

ANALYSIS OF ECOLOGICAL SAFETY INDICATORS OF FIREPLACE ELEMENTS AFTER A FIRE

Kondratenko O., DSc(Eng.), Professor, Head of Dept. of EPT of ESI of MandSP,
Shevchenko D., Cadet of 2nd year of spec. 261,
National University of Civil Protection of Ukraine of SES of Ukraine, Kharkiv

Analysis of the indicators of ecological safety of elements of a burnt area after a fire is a relevant task in view of the need to ensure compliance with the requirements contained in the Order of the State Emergency Service of Ukraine No. 618 (on the main activity) dated September 20, 2013 "On approval of the Regulations on the organization of environmental support of the State Emergency Service of Ukraine" both during times of armed aggression and the post-war reconstruction of the country's critical infrastructure and economy in the historical perspective of ensuring the goals of sustainable development defined in the Decree of the President of Ukraine No. 722/2019 dated September 30, 2019 "On the Goals of Sustainable Development of Ukraine for the period up to 2030" [1-4].

The purpose of the study is to obtain relevant information on the indicators of ecological safety of elements of a burnt area after a fire as a basis for further research on ensuring the technogenic and ecological safety of the functioning of technical units of institutions and subdivisions of the SES of Ukraine, as well as the development of relevant recommendations and environmental protection technologies.

The object of the study is the indicators of technogenic and ecological safety of the functioning of institutions and units of the SES of Ukraine both during the armed aggression and during the post-war reconstruction of the country's critical infrastructure and economy in the historical perspective of ensuring the goals of sustainable development.

The subject of the study is the impact of the indicators of ecological safety of elements of the burnt area after a fire on the object of the study.

References:

1. Наказ ДСНС України № 618 (з основної діяльності) від 20.09.2013 р. «Про затвердження Положення про організацію екологічного забезпечення ДСНС України». – URL: https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0618388-13#Text.

2. Research of Properties and Rational Composition of Ecosafe Building Materials with Ash-and-Slag Waste from Masute Fuel And Coal Combustion / O. Kondratenko, V. Koloskov, H. Koloskova, V. Babakin // Key Engineering Materials. – 2023. – Vol. 935, pp. 85–97. – DOI: 10.4028/p-RwzP9p.

3. Зольне гранулювання насіння у пакуванні насіння з використанням небезпечних відходів тваринництва / В.Ю. Колосков, Г.М. Колоскова, О.М. Кондратенко, Є.В. Стороженко // Technogenic and ecological safety. – Х.: НУЦЗ України. – 2022. – № 12(2/2022). – С. 65–71. – DOI: 10.52363/2522-1892.2022.2.8.

4. Кондратенко О.М. Науково-методологічні основи захисту атмосферного повітря від техногенного впливу енергоустановок з поршневими двигунами внутрішнього згоряння: дис. д-ра техн. наук: спец 21.06.01 – екологічна безпека [Рукопис] / Олександр Миколайович Кондратенко. – Х.: НУЦЗ України, 2021. – 465 с.

ANALYSIS OF INDICATORS OF TECHNOGENIC AND ECOLOGICAL SAFETY OF STORAGE, REFILLING AND USE OF FIRE EXTINGUISHERS

Kondratenko O., DSc(Eng.), Professor, Head of Dept. of EPT of ESI of MandSP,
Yakimov D., Cadet of 2nd year of spec. 261,
National University of Civil Protection of Ukraine of SES of Ukraine, Kharkiv

Analysis of indicators of technogenic and ecological safety of storage, refueling and use of fire extinguishers is an urgent task in view of the need to ensure compliance with the requirements contained in the Order of the State Emergency Service of Ukraine No. 618 (on the main activity) dated September 20, 2013 "On approval of the Regulations on the organization of environmental support of the State Emergency Service of Ukraine" both during times of armed aggression and the post-war reconstruction of the country's critical infrastructure and economy in the historical perspective of ensuring sustainable development goals defined in the Decree of the President of Ukraine No. 722/2019 dated September 30, 2019 "On Sustainable Development Goals of Ukraine for the period up to 2030" [1-4].

The purpose of the study is to obtain relevant information on the indicators of technogenic and ecological safety of storage, refueling and use of fire extinguishers as a basis for further research on ensuring the technogenic and ecological safety of the operation of technical units of the institutions and divisions of the SES of Ukraine, as well as the development of relevant recommendations and environmental protection technologies.

The object of the study is the indicators of technogenic and ecological safety of the operation of the institutions and divisions of the SES of Ukraine both during the armed aggression and the post-war reconstruction of the country's critical infrastructure and economy in the historical perspective of ensuring the goals of sustainable development.

The subject of the study is the impact of the indicators of technogenic and ecological safety of storage, refueling and use of fire extinguishers on the object of the study.

References:

1. Наказ Міністерства внутрішніх справ України № z0225-18 у редакції від 15.07.2022 р. "Про затвердження Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників". – URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0225-18#Text.

2. ДСТУ 3675-98 Пожежна техніка. Вогнегасники переносні. Загальні технічні вимоги та методи випробувань. Зі Зміною № 1 (ІПС № 8-2004).

3. Неклонський І.М. Будова та експлуатація пожежної техніки і обладнання: Конспект лекцій. НУЦЗУ, 2019. 229 с.

4. Кондратенко О.М. Науково-методологічні основи захисту атмосферного повітря від техногенного впливу енергоустановок з поршневими двигунами внутрішнього згоряння: дис. д-ра техн. наук: спец 21.06.01 – екологічна безпека [Рукопис] / Олександр Миколайович Кондратенко. – Х.: НУЦЗ України, 2021. – 465 с.

ЦИКЛІЧНА ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ОКИСЛЕННЯ МОНООКСИДУ ВУГЛЕЦЮ З ВИКОРИСТАННЯМ РЕАКТОРА ПЕРИФЕРИЧНОЇ ДІЇ

Байрачний В.Б., Прянічніков Д.І, Степаненко П.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Було досліджено процес розподілу компонентів реагуючого потоку під час гетерогенної каталітичної реакції, що відбувається в умовах циклічної адсорбції в одношарових колонних реакторах периферичної дії. Процес реалізовано в апаратах, які працюють у циклічному режимі. Досяжний ступінь перетворення хімічних реагентів та його розподіл залежить від тиску, початкової і кінцевої концентрації реагентів. Процес здійснюється протягом певного періоду часу відповідно до загального часу циклу.

У роботі реалізовано циклічну організацію процесу окислення монооксиду вуглецю на металооксидному каталізаторі. При реалізації процесу передбачено організацію подачі різних типів реагентів у систему.

Метою даної роботи було виявлення механізму та проведення періодичного процесу при протіканні різних реакцій у заданому робочому режимі. З цією метою було виконано експериментальні дослідження з обраною каталітичною реакцією та проведено розрахунки для різних незворотних та оборотних реакцій.

Аналізувався вплив на процес концентрації кисню та монооксиду вуглецю у харчуванні, частки основного робочого періоду в циклі, тиск протягом основного робочого періоду (подачі живлення), швидкості потоку. Процес при цьому характеризували такими показниками, як коефіцієнт поділу, пропускна здатність системи, частка потоку, ступінь перетворення монооксиду вуглецю на діоксид вуглецю, швидкість утворення діоксиду вуглецю. Коефіцієнт поділу визначався відношенням усередненої за часом циклу мольної частки компонента потоках.

Проаналізовано вплив на роботу реактора зміни концентрації кисню у живленні. Знайдено, що збільшення вмісту кисню у живленні призводить до лінійного зростання конверсії монооксиду вуглецю до 60 % (при концентрації кисню 1,5 %), після чого вона перестає змінюватися.

Визначено, що в діапазон зміни початкових співвідношень між монооксидом вуглецю і киснем, утворення діоксиду вуглецю може бути збільшено на 50 % порівняно з традиційним способом проведення процесу в стаціонарних умовах.

Циклічна організація процесу окислення монооксиду вуглецю на металооксидному каталізаторі забезпечує ефективніше перетворення CO на CO_2 порівняно зі стаціонарними режимами. Збільшення концентрації кисню у живленні дозволяє досягти вищої конверсії (до 60%), а оптимізація параметрів циклу – підвищити вихід продукту до 50%. Отримані результати можуть бути використані для створення енергоефективних систем очистки та перетворення газових сумішей у промисловості та екологічному контролі.

ВЕНТИЛЯТОРНЕ УСТАТКУВАННЯ ШАХТ ДОНБАСУ

Крахмальов О.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

З поглибленням шахт і розвитком гірничих робіт на глибині більш 100-150 м в шахтах Донецького басейну почало помічатись виділення «гримучого газу» - метану, який в суміші з повітрям (5 – 15 %) і при зіткненні з відкритим вогнем дає потужні вибухи. Починаючи з 1878 р. вибухи газу відзначалися в Донбасі і спричинили за собою людські жертви. В 1891 р. вибух стався на шахті №14 рудника Риковських поблизу Юзівки, в 1899 і 1905 рр. – на шахті «Іван» в Макіївці, в 1908 р. – на шахті 4біс Макар'ївського рудника Риковських, що розробляла на глибині 388 м сильногазовий і курний Смоляниновський пласт; це був вибух, що призвів до загибелі 270 шахтарів із 406, які були в шахті; в 1912 р. стався вибух на шахті «Італія» в Макіївці, в 1917 р. – на Горлівській шахті №1.

Вже наприкінці XIX ст. стало очевидним, що старі способи природного провітрювання, включаючи і застосування «повітроочисних» печей, не можуть забезпечити розрідження вибухового рудного газу свіжим повітрям до концентрації, в 5-10 разів меншої нижньої границі вибуховості цього газу, і почалося застосування активної механічної вентиляції.

В 1832 р. був винайдений відцентровий вентилятор для провітрювання рудників. Схематично такий вентилятор являє собою колесо з прямими і криволінійними лопатками, яке обертається; лопатки розташовані по колу і розміщуються разом з колесом в металевому кожуху. Вал колеса розмішений на підшипниках тертя і наводиться в обертальний рух від парової машини, розташованої в сусідньому приміщенні. Такі вентилятори системи Гибаля наприкінці XIX і початку XX ст. вироблялися німецькою фірмою Гумбольт.

Колесо вентилятора діаметром від 5 до 12 м оснащувалось 8 лопатками шириною від 1,5 до 3,6 м. Повітря із шахти всмоктувалось по бетонному каналу до центральної частини вентиляційного колеса. Під дією відцентрової сили повітря відкидалося лопатками до периферії кожуха вентилятора. Шар згущеного повітря при обертанні зрізався гострою кромкою регулюючого щитка і через отвір потрапляв в дифузор – призматичну трубу, яка догори розширюється, і відводився в атмосферу. При діаметрі колеса 12 м і 60 об/хв. досягався тиск повітря в 120 мм водяного стовпа. Потужність привода – 250 к.с. і к.п.д. близько 63 %.

Вентилятори Гибаля з діаметром колеса 12 м, продуктивністю 3000…3750 куб. м/хв, з приводом від парової машини працювали на шахті Петровських заводів глибиною 372 м і на Софійському руднику Єнакієвського району. На Григор'євській шахті Риковського рудника працював вентилятор Гибаля з діаметром колеса 5,8 м також з приводом від парової машини.

ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ ПРИ ГОРІННІ ПММ В УМОВАХ ВОЄННИХ ДІЙ ЯК СКЛАДОВА ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ

Козловська Т.Ф., Кравченко В.Р.
Кременчуцький льотний коледж
Харківського національного університету внутрішніх справ, м. Кременчук

У роботі оцінено наслідки горіння пально-мастильних матеріалів (ПММ) місць їх зберігання для населення прилеглих територій в умовах воєнних дій. Під час пошкодження резервуарів ПММ залежно від місця ураження відбувається розлив на поверхні ґрунту та займання і горіння від перевищення температури возгоряння і спалаху в атмосферному повітрі.

З урахуванням особливостей швидкості проникнення ПММ до ґрунту необхідно враховувати тип ґрунту, глибину залягання підземних водоносних горизонтів, інтенсивність витоку, вологість ґрунту, що в загальному випадку описується нафтомісткістю ґрунтів (табл. 1) [1, 2].

Таблиця 1 – Нафтомісткість грунтів [1]

Назва ґрунту	Вологість ґрунту (%)		
	40	60	80
Глинистий грунт	0,12	0,08	0,04
Піски (діаметр частинок 0,05–2,0 мм)	0,18	0,12	0,01
Супесь, суглинок	0,21	0,14	0,07
Торф'яний грунт	0,30	0,20	0,10

Особлива увага приділена забрудненню атмосферного повітря складовими ПММ і продуктами горіння. З використанням програмного комплексу ALOHA (Areal Locations of Hazardous Atmospheres) [3] оцінено зміну концентрацій складових в часі під час потрапляння в атмосферне повітря безпосередньо в точці возгоряння та через годину після виникнення пожежі – насичених органічних вуглеводнів, циклічних алканів, ароматичних речовин, а також зони розповсюдження продуктів горіння.

Моделювання подібного типу процесів дає можливість оцінки екологічної небезпеки в зонах ураження під час воєнних дій та розробки заходів з цивільного захисту населення, що мешкає поблизу таких територій. Додаткове застосування безпілотних літальних апаратів дозволяє також візуалізувати зазначені процеси методом аеровідеозйомки.

Література:

1. Стручок В. С. Техноекологія і цивільна безпека : навч. посібник. Ч. 1. Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2022.150 с.

2. Забруднення земель внаслідок агресії росії проти України / Анастасія Сплодитель, Олександр Голубцов, Сергій Чумаченько. 154 с. URL : https://ecoaction.org.ua/wp-content/uploads/2023/03/zabrudnennia-zemel-vid-rosii1.pdf

3. ALOHA Software. URL : https://www.epa.gov/cameo/aloha-software.

ОЦІНКА МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ РЕЦИКЛІНГУ ШЛАКІВ НА ЗМІЇВСЬКІЙ ТЕС ЯК ВИРІШЕННЯ ПИТАННЯ З ВІДХОДАМИ

Штефан С.О., Козуля Т.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Мета роботи: проаналізувати можливості рециклінгу шлаку, який утворюється на Зміївській ТЕС, дослідити етапи його обробки, запропонувати напрямки повторного використання відходів та оцінити економічну доцільність впровадження системи замкненого циклу утилізації на основі міжнародного досвіду.

Отримані результати. Світовий досвід (Німеччина, Китай) демонструє ефективність глибокої утилізації шлакових матеріалів для виготовлення цегли, цементу, а також у дорожньому будівництві. Пропонується на основі огляду технологій обробки шлаків запропонувати такі заходи поводження з відходами на Зміївській ТЕС:

1. Частина шлаку за наявною потужністю підприємства використовуватина самому виробництві енергії, однак масштаб рециклінгурозширити.
2. Запровадити системуповторного використання шлаку для виробництва бетону, дорожнього покриття та інших будматеріалів.

Повноцінний рециклінг за міжнародними стандартами (зокрема, із замкненим циклом) дозволить за рахунок реалізації 7000 тонн шлаку зекономити приблизно 70000 $ на рециклігну та отримати прибуток у 105000 $ від продажу, що у сумі становить 175000 $ річного ефекту (рис.1).

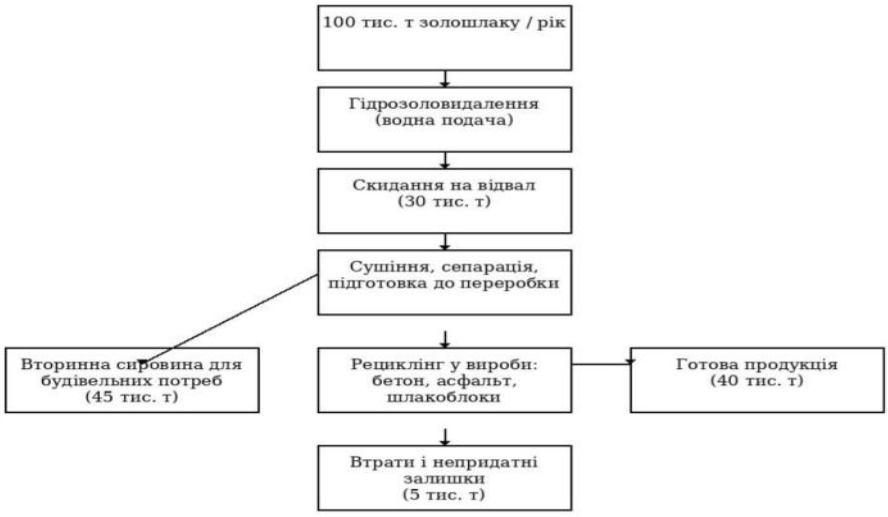


Рисунок 1 . Матеріальний баланс рециклінгу шлаку Зміївської ТЕС

Таким чином, впровадження системного підходу до рециклінгу шлаку – це не лише шлях до збереження довкілля, але й джерело додаткового доходу для енергетичного підприємства.

ВПЛИВ СЕЗОННИХ КОЛИВАНЬ ТЕМПЕРАТУРИ НА СТУПЕНЬ ВИКОРИСТАННЯ СИРОВИНИ У ХІМІЧНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Цейтлін М.А., Зіньковський А.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У хімічних виробництвах для досягнення регламентних температур технологічних потоків зазвичай використовують оборотні системи охолодження. У теплий період року температура охолоджуваної води може підійматися до 30 °С та вище. В роботі на прикладі виробництва кальцинованої соди розглянуто вплив температури води на ступень використання сировини влітку.

Аналіз існуючої інформації показав, що при температури охолоджувальної води вище 22 °С технологічна норма підтримується за рахунок зниження продуктивності. Зокрема, при підвищенні температури води від з 22 до 27 °С продуктивність знижується від 5 до 15 %. При подальшому підвищенні температури охолоджуючої води доводиться підвищувати температуру технологічних рідин. Так при охолоджувальній воді 30 °С температура суспензії на виході з карбоколон досягає 34-35 °С

Вплив цього підвищення температури на ступінь використання сировини (далі «ступень використання натрію», U_{Na}) досліджувався окремо. У якості фактору, що представляє U_{Na}, був обраний добуток розчинності (далі *ДР*) гідрокарбонату натрію, Математична обробка результатів експерименту показала, що зміна *ДР* на одиницю відбувається при зміні температури суспензії приблизно на 5,5 °С. Це призводить до зниження U_{Na} на 6 %. Інакше кажучи, підвищення температури суспензії на виході з колон на 1 °С призводить до зниження ступеню використання основної сировини – розчину хлориду натрію – на 1,1 %.

Отримані результати дозволяють розрахувати втрати сировинних матеріалів та енергетичних ресурсів у разі підйому температури охолоджувальної води вище 26 – 27 °С, причому зробити це у відповідності до витрат сировинних матеріалів та їх ціни. Орієнтовно, для умов підприємства, на якому проводилось обстеження, собівартість зміни ступеню використання натрію на 1 % становила $0,8 у розрахунку на 1 т готової кальцинованої соди.

Отримані результати дослідження можуть бути використані у розрахунках економічної та екологічної доцільності застосування штучного холоду для стабілізації температурного режиму роботи апаратури содового виробництва у теплий період року. Апріорі можна сказати, що використання компресійних холодильних машин навряд може бути обґрунтованим. Економічними можуть виявитися абсорбційні установки завдяки можливості роботи у режимі теплонасосу у холодну пору року. Однак проблеми можуть виникнути внаслідок відносно високої ціни такого устаткування та потреби у кваліфікованому персоналі для його обслуговування. Найбільш перспективним виглядає використання тієї обставини, що у технології виробництва соди вже є аміачний цикл, у який може бути включена система отримання холоду. Таким чином додаткове охолодження води могло б відбуватися з використанням звичного для персоналу підприємства обладнання без значних додаткових капіталовкладень.

AUDIT OF OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY MANAGEMENT SYSTEM

Hladka Y.D., Bukatenko N.O.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

The audit of the occupational health and safety management system is carried out by certified professionals possessing an appropriate level of education, adequate professional training, and confirmed competence in the field of occupational safety. Auditors are required to have thorough knowledge of current occupational safety regulations and to hold valid documentation verifying their qualifications. In cases where specific technical expertise is lacking, the involvement of technical experts is permitted to ensure sufficient depth and objectivity of the audit process.

The audit represents a complex, multi-stage procedure aimed not only at evaluating the current state of the occupational health and safety management system but also at assessing its effectiveness and its potential to reduce occupational risks. The primary objective of the audit process is to identify the root causes of safety issues and to develop strategies for their elimination, thereby minimizing the likelihood of hazardous events in the future.

The procedure for conducting management system audits is governed by the standards DSTU ISO 19011:2019 Guidelines for auditing management systems and DSTU ISO 45001:2019 Occupational health and safety management systems. Requirements with guidance for use.

According to ISO 19011:2018, three main types of audits are distinguished:

First-party audit – internal audit conducted by the organization itself;

Second-party audit – audit performed by an external supplier or other interested parties;

Third-party audit – independent assessment conducted for the purposes of certification, accreditation, or compliance verification with legislative and regulatory requirements.

The fundamental principles of auditing include:

- integrity,
- objectivity,
- due professional care,
- confidentiality,
- independence,
- evidence-based approach,
- risk-based approach.

According to Clause 7.1 of ISO 19011:2018, the audit team must be assembled with consideration of the competencies required to achieve the specific objectives of the audit.

СТАЛЕ УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ СПОЖИВАННЯ: СТРАТЕГІЯ ТА НАПРЯМКИ ЗАПРОВАДЖЕННЯ

Самойленко Н.М, Титаренко А.І.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Проблема управління відходами постійно знаходиться у центрі уваги національного, регіонального, місцевого рівнів управління, а також підприємств, установ і організацій та посилюється вимогами сталого розвитку і орієнтацією України на європейські стандарти. Стратегічну роль у сталому управлінні відіграє Закон України «Про управління відходами», який передбачає проведення реформи управління відходами [1]. Зміни в управлінні відходами передбачають запровадження нової дозвільної системи, що включає, зокрема, запровадження інформаційної системи управління відходами, яка дозволить взяти відходи під контроль держави та громад. Реформою також вводиться децентралізація управління відходами, багаторівневе планування, розбудова інфраструктури та запровадження європейських принципів щодо ієрархії управління відходами, відповідальності виробника та ін.

Значне місце у сталому управлінні відходами відводиться запровадженню нових і перспективних технологій, які стосуються відновлення (рециклінгу) відходів в системі циркулярної економіки. Крім їх удосконалення, в останній час велика увага приділяється дослідженням можливостей та застосуванню інформаційно-комунікаційних технологій, Інтернету речей (IoT), штучного інтелекту та машинного навчання (МН). У сфері МН це стосується [2]:

– використання цифрової обробки зображень та алгоритмів для автоматичного сортування відходів;

– застосування для отримання енергії з процесів перетворення біомаси;

– запровадження для оцінки впливу на довкілля та аналізу скорочення парникових газів від операцій управління відходами;

– використання для аналізу та оптимізації маршрутів збору відходів;

– застосування для оптимізації роботи сміттєпереробних заводів, газифікації пластикових відходів та ін.

Крім того, у даному напрямку пропонується використання «розумних» сміттєвих баків, автоматизованої системи вакуумного збору відходів [3].

Література:

1.Про відходи: Закон України від 20 червня 2022 р. № 2320-IX URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2320-20#Text (дата звернення: 15.04.2025).

2.Reema Alsabt , Wadha Alkhaldi , Yusuf A. Adenle, Habib M. Alshuwaikhat . Optimizing waste management strategies through artificial intelligence and machine learning - An economic and environmental impact study. *Cleaner Waste Systems.*Vol. 8, August 2024, 100158.

3. Wojciech Czekała, Jędrzej Drozdowski, Piotr Łabiak. *Appl. Sci.* 2023, *13*(15), 8847.

ВПЛИВ БОЙОВИХ ДІЙ НА ЛЮДЕЙ ТА ТВАРИН

Гуренко І. В.[1], Гуренко Д. Ю.[2]
[1]Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків
[2]Інститут тваринництва
Національної академії аграрних наук України, м. Харків

Війна в Україні призвела до незахищеності особистості, суспільства, держави від реальних загроз країни агресора.

Військова агресія стала одним із основних факторів забруднення навколишнього середовища. Щодня відбувається пошкодження водонепроникного шару ґрунту та потрапляння забруднювачів у водоносні горизонти, живі мікроорганізми гинуть, вода та ґрунт псуються, а поля стають непридатними для використання.

Існуюча загроза значно погіршує екологічні параметри довкілля людей і біосфери в цілому, видовому складу тваринного та рослинного світу. Вже зараз спостерігається руйнація екосистем, зменшення біорізноманіття.

Через постійні обстріли відбувається безліч пожеж, у тому числі значних, що супроводжувалися викидами в атмосферу продуктів горіння - що складаються з токсичних газів і твердих частинок, що погіршують показники атмосферного повітря.

Для виробництва оболонки снарядів використовують чавун, що містить у собі вуглець, залізо, мідь, сірку. Уламки боєприпасів потрапляють у ґрунт і ґрунтові води.

Від детонації ракет та артилерійських снарядів окислюється ґрунт. Утворюється ряд хімічних сполук - чадний газ, азот, формальдегід, пари ціанистої кислоти, а також велика кількість токсичної органіки. Після вибуху відбувається хімічне забруднення. Воно полягає у забрудненні ґрунтів витоками палива, і продуктами горіння, що осідають із повітря. Це проблема для здоров'я не лише людей, а й землі. Небезпечні речовини мають властивість потрапляти через ґрунт у воду або рослини, які на ньому вирощуються, а звідти - опиняються у харчових ланцюжках, що негативно впливають на організм людини, тварин та птахів.

Для України після війни важливо буде створити ефективну систему моніторингу стану навколишнього природного середовища, зафіксувати реальний обсяг завданої шкоди та вжити заходів щодо відновлення екосистеми до безпечного стану для людей та дикої природи.

Література:

1. Гуренко І. В., студ. Чумак М. В. Вплив небезпек на життя і здоров'я людей. Тези доповідей XXXI міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2023, 17–20 травня 2023 р. – Харків : НТУ «ХПІ». – С. 339

ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНІ МЕТОДИ УТИЛІЗАЦІЇ ПРОМИСЛОВИХ ВІДХОДІВ ЯК ФАКТОР ЗНИЖЕННЯ РИЗИКІВ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я ПРАЦІВНИКІВ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.

Гуренко І. В., студент Романова Д .Д.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В роботі розглянуті методи утилізації промислових відходів та збереження життя та здоров'я працівників на виробництвах.

Для цього необхідно:

1. Зменшити обсяг захоронення небезпечних відходів.

Впровадження новітніх технологій переробки, утилізувати відходи шляхом спалювання в спеціалізованих печах при захороненнях на спеціально відведених полігонах в спеціальних контейнерах і сховищах отримуватись всіх норм. Регенерація, рекуперація та рециклінг відходів.

2. Мінімізація контакту працівників з небезпечними речовинами.

Процес утилізації має бути по максимуму автоматизованим, щоб працівникам не приходилось довгий час взаємодіяти з небезпечними відходами.

3. Запобігання утворенню вторинних забруднювачів.

Сучасні технології утилізації спрямовані на те, щоб не лише знешкоджувати первинні відходи, але й запобігати утворенню нових небезпечних сполук та викидів у повітря, воду чи ґрунт під час їхньої обробки. Це захищає здоров'я працівників, зайнятих у цій сфері, та населення загалом.

4. Повторне використання відходів.

Переробка відходів дає змогу зберігати навколишнє середовище та мінімізує навантаження на природні ресурси.

5. Контроль та моніторинг процесів утилізації.

За для ефективного впровадження безпечних та екологічних методів переробки необхідно створити надійні системи контролю за процесом утилізації.

Збільшення обсягу промислових відходів призводить до того, що здоров'я людей та якість довкілля постійно погіршуються. Дуже важливе значення мають поглиблення знань та поширення інформації про економічні принципи запобігання утворенню відходів та їх видалення, включаючи вплив на навколишнє середовище. Найбільш пріоритетне завдання в галузі управління відходами полягає у зведенні до мінімуму утворення відходів у рамках ширшого підходу до зміни промислових процесів та структур споживання на основі запобігання забруднення та стратегій чистішого виробництва.

ОСНОВНІ ПРОБЛЕМИ ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ПОШУКУ ПОСТРАЖДАЛИХ ПІД ЗАВАЛАМИ

Черепньов І.А.[1], Сергєєв О.С.[2], Баканов К.Л.[2], Кот В.В.[2], Прокошин В.П.[2]
[1]Державний біотехнологічний університет, м. Харків
[2]Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Загальна кількість загиблих в результаті землетрусів на різних континентах за період з 1901 по 2009 рік склала 418 111 431 осіб, що відповідає третьому місцю в рейтингу надзвичайних ситуацій (НС) природного походження [1]. Крім того, досить часто, в результаті різних причин техногенного походження відбуваються обвалення житлових будівель з утворенням завалів. Оперативне проведення аварійно-рятувальних робіт є єдиним ефективним засобом зменшення втрат і постраждалих в результаті землетрусу [2]. Головну роль в цьому процесі відіграють співробітники рятувальних підрозділів і планування їх дій в зоні НС є центральною частиною заходів з ліквідації наслідків землетрусу. Традиційно, основну роботу з пошуку постраждалих здійснюють спеціально підготовлені люди, включаючи кінологів зі службовими собаками. На досвіді багатьох десятиліть проведення рятувальних робіт, було сформовано правило «72 золотих годин», протягом яких у людей, похованих під завалами, залишаються шанси на виживання. Саме в цей же проміжок часу досить часто відбуваються вторинні поштовхи, які можуть викликати остаточне руйнування вже пошкоджених будівель і привести до втрат серед рятувальників [3]. У науковій літературі одним з варіантів зниження підвищення ефективності і зниження ризику рятувальних робіт називають застосування роботизованих комплексів і штучного інтелекту. Але, як зазначено в [4], основні проблеми полягають у тому, що алгоритми штучного інтелекту не є непогрішними і можуть допускати помилки.

Література:

1. Gautam K., Chaubey A., Verma D., Subba S., Kumar M., Kushwaha M., Sen M., Rai A, Rai R. Disaster Vs. Economy Drive: A Chronological Analysis of Global Disasters). *Strategic Management of Energy, Environment & Disaster for Sustainable Development.* Banaras Hindu University, Varanasi, IndiaVolume. Pp. 697-722.

2. Cao P., Zheng J., Li M. Post-Earthquake Scheduling of Rescuers: A Method Considering Multiple Disaster Areas and Rescuer Collaboration. *Sustainability.* 2023. №15. 11586. doi.org/10.3390/su151511586/

3. Auclair S., Gehl P., Delatre M. Needs and opportunities for seismic early warning prior to aftershocks for search and rescue teams: An in-depth analysis of practitioners' perceptions. *International Journal of Disaster Risk Reduction.* Vol.65. 102545. doi.org/10.1016/j.ijdrr.2021.102545.

4. Ahmed S., Khan F., Ahmed A, Keerio I., Qutaba S. Emergent Technologies in Human Detection for Disaster Response: A Critical Review. *Sukkur IBA Journal of Emerging Technologies*. 2024. Vol. 7, №1. P.56-78.

МІКРОХВИЛЬОВА РАДІОТЕРМОМЕТРІЯ ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ ФІЗИЧНОГО СТАНУ ВОДІЯ

Бєкмємєтьєв О.Є.[1], Лапченков Є.В.[1], Янішен А.С.[1], Черепньов І.А.[2]

[1]Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

[2]Державний біотехнологічний університет, м. Харків

Дорожньо-транспортні пригоди (ДТП) посідають одне з перших місць причин смертності та травматизму на території України та у світі [1, 2]. Основною причиною їх є людський фактор і, перш за все, неадекватні дії водія (в т. ч. стан алкогольного або наркотичного сп'яніння). Одним з ефективних методів об'єктивного контролю фізичного і психоемоційного стану водія може бути застосування антен-аплікаторів або безартефактних електродів, які фіксують його власне електромагнітне випромінювання, параметри якого залежать від хіміко-біологічних процесів в організмі людини [1]. У роботі [3] наводяться позитивні результати дистанційної діагностики та моніторингу травм та патологій людини з використанням мікрохвильової техніки в умовах віддалених територій або надзвичайних ситуацій, зокрема за допомогою пристрою моніторингу типу шолома. При наявності будь-яких відхилень від норми закладена програма видає попередній діагноз і передає інформацію до спеціалізованого медцентру для більш точного аналізу і постановки остаточного діагнозу. У роботі [2] запропонована інтелектуальна система на спеціальному шоломі водія для визначення вживання ним алкоголю, виявлення нещасних випадків і автоматичної відправки екстрених сповіщень за допомогою модулів GPS . Крім того, передбачена можливість дистанційного відключення двигуна транспортного засобу або іншого методу блокування дій водія. Отже, використання в інтелектуальному шоломі не тільки датчиків вимірювання тиску і вмісту алкоголю у водія, але і можливості реєстрації власних електромагнітних випромінювань мм-діапазону, дозволить підвищити об'єктивність контролю і попередити можливість виникнення аварій і ДТП.

Література:

1. Черепньов І.А. та ін. Апаратні методи визначення психоемоційного стану водіїв автотранспорту з метою попередження можливих аварій. *Автомобільний транспорт в аграрному секторі:проектування, дизайн та технологічна експлуатація*: матеріали МНПК 1-2.12.2022 р. Харків: ДБТУ, 2022. С. 17-19.

2. Simi M., Vaishnavi A., Bhanu R., Diya S, Shibu L. Real-Time Accident Detection and Alcohol Monitoring using a Smart Helmet. *International Journal of Engineering Research & Technology.* 2025. Vol. 14, №4.
doi: 10.17577/ijertv14is040043

3. Särestöniemi M., Myllymäki S., Reponen J., Myllylä T. Remote diagnostics and monitoring using microwave technique – improving healthcare in rural areas and in exceptional situations. *Finnish Journal of EHealth and EWelfare.* 2023. Vol. 15, № 1. P. 6–22. doi.org/10.23996/fjhw.122743.

ПРОБЛЕМИ УПРАВЛІННЯ ОХОРОНОЮ ПРАЦІ У ВУГІЛЬНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ НА СУЧАСНОМУ ЕТАПІ

Березуцький В.В., Алєксєєва А.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Вугільна промисловість України традиційно залишається однією з найбільш небезпечних галузей, що зумовлює особливу увагу до питань охорони праці. У сучасних умовах, що обтяжені військовим станом, економічною нестабільністю та процесами інтеграції до європейського простору, проблеми управління охороною праці набули нового значення.

Одна з основних проблем – застаріла інфраструктура шахт, яка не відповідає сучасним вимогам безпеки. Відсутність належного технічного переоснащення призводить до зростання виробничих ризиків та ускладнює впровадження ефективних систем управління охороною праці. Водночас, через брак фінансування багато заходів з безпеки реалізуються лише формально або відкладаються на невизначений термін. Ще одним актуальним викликом є дефіцит кваліфікованих кадрів у сфері охорони праці. Часто функції інженера з охорони праці виконує персонал, який не має відповідної підготовки, що знижує ефективність управлінських рішень та контроль за дотриманням норм безпеки. В умовах воєнного стану частина шахт опинилася в зонах бойових дій або на тимчасово окупованих територіях, що унеможливлює проведення державного нагляду та моніторингу. Постанова КМУ № 303 від 13.03.2022 тимчасово призупинила планові перевірки, що, з одного боку, полегшило навантаження на підприємства, але з іншого – знизило рівень контролю за дотриманням вимог охорони праці. Позитивним чинником залишається поступове впровадження елементів концепції Vision Zero, що передбачає нульову терпимість до виробничого травматизму. Водночас, без системного підходу на рівні державної політики та належного фінансування ці ініціативи не дають бажаного результату.

Отже, ефективне управління охороною праці у вугільній галузі України потребує комплексного підходу, який має включати: модернізацію шахт, підготовку фахівців, посилення відповідальності керівництва, а також оновлення нормативно-правової бази з урахуванням реалій воєнного часу та міжнародних стандартів.

РОЛЬ АТЕСТАЦІЇ РОБОЧИХ МІСЦЬ ПРИ ВПРОВАДЖЕННІ РИЗИКО-ОРІЄНТОВАНОГО ПІДХОДУ В СФЕРІ ОХОРОНИ ПРАЦІ

Кузьменко О. О., Вамболь С. О., Роговська Є. Ю.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У вітчизняну систему управління охороною праці на виробництві активно випроваджуються принципи менеджменту і ризико-орієнтованого підходу, які розробляються світовою спільнотою. Так, в Україні діють стандарти ДСТУ ISO 45001:2019 «Система управління охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування (ISO 45001:2018, IDT)» і OHSAS 18002:2015 «Системи управління гігієною та безпекою праці. Основні принципи виконання вимог OHSAS 18001:2007 (OHSAS 18002:2002, IDT)».

Відповідно до вимог цих стандартів організації повинні розробити, задокументувати, запровадити та підтримувати і постійно поліпшувати систему управління охороною праці з метою управління професійними ризиками, забезпечення здорових, безпечних і високопродуктивних умов праці для запобігання травматизму та профзахворюванням.

Управління ризиками передбачає ідентифікацію всіх потенційних небезпек на робочих місцях і визначення ймовірності їх виникнення, критеріальну оцінку ризиків (за критерієм прийнятності), розробку та впровадження заходів та засобів безпеки для усунення або зниження найбільш значущих ризиків. В основу системи менеджменту безпекою праці і ризиками покладена методологія : *плануй – виконуй – перевіряй – поліпшуй* (цикл Шухгарта-Демінга) :

- *планування* – установлення цілей та процесів, необхідних для отримання результатів, що відповідають політиці у сфері гігієни і безпеки праці;
- *виконання* – запровадження запланованих дій і робіт;
- *перевірка* – оцінка показників діяльності і умов праці, виявлення і аналіз відхилень, установлення причин відхилень;
- *поліпшування* – вживання заходів щодо усунення причин відхилень від запланованого результату і постійного поліпшування характеристик системи управління гігієною та безпекою праці.

Одним з важливих етапів оцінки умов праці на виробництві є атестація робочих місць на відповідність параметрів виробничого середовища і трудового процесу вимогам нормативних документів. В ході атестації визначають ступень шкідливості умов праці; обґрунтовується віднесення робочого місця до певної категорії умов праці – із шкідливими, шкідливими і важкими (список професій № 2) або особливо шкідливими і особливо важкими (список № 1); визначаються (підтверджуються) права працівників на пільгове пенсійне забезпечення за роботу у несприятливих умовах тощо.

Своєчасна і об'єктивна атестація робочих місць дозволяє роботодавцям створити безпечні умови праці, скоротити витрати, які пов'язані з нещасними випадками і професійними захворюваннями, зменшити втрати робочого часу із-за хвороб, підвищити мотивацію працівників і зменшити плинність кадрів.

ДОСЛІДЖЕННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ РЕЦИКЛІНГУ СІРКИ НА КРЕМЕНЧУЦЬКОМУ НАФТОПЕРЕРОБНОМУ ЗАВОДІ

Журко С.А., Козуля Т.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Мета: дослідження доцільності використання рециклінгу в загальній системі вирішення питань управління відходами на Кременчуцькому нафтопереробному заводі;

Отримані результати. Кременчуцький НПЗ переробляє переважно сірчисту нафту, що містить значну кількість H_2S та інших сірковмісних сполук. Процес очищення нафти генерує великі обсяги сірководню, який може бути перероблений у сірку. Аналітичний огляд наукових робіт щодо наданої проблематики показав, що доцільним є провести еколого-економічні дослідження стосовно доречності запровадження рециклювання сірки на Кременчуцькому НПЗ для зменшення екологічний сліду (рис.1).

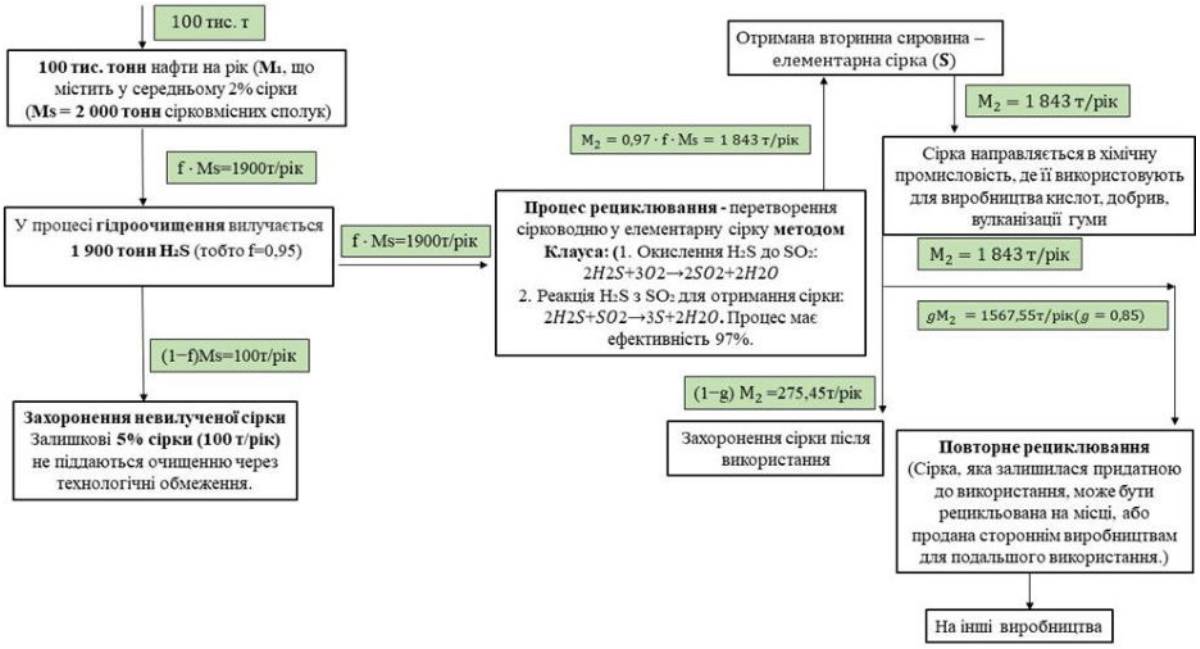


Рисунок 1 – Запропонована схема відкритого рециклювання сірки на Кременчуцькому НПЗ

Внаслідок розрахунків можна зробити такі висновки: 1) екологічний ефект як результат запровадження рециклінгу – зменшення викидів H_2S на 97 %, враховуючи ефективність окислення за методом Клауса; 2) економічна доцільність рециклювання сірки: при мінімальних цінах і максимальних витратах підприємство отримає прибуток: економія на захороненні сірки складатиме \$92150, чистий економічний ефект = \$27132,5.

ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ЗМІНИ РІВНЯ ҐРУНТОВИХ ВОД ПІСЛЯ ЗНИКНЕННЯ КАХОВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА НА ПІВДНІ УКРАЇНИ

Загладкіна Г.О., Бабенко В.М.
Національний технічний Університет «Харківський Політехнічний Інститут», м. Харків

В роботі розглянуто питання впливу зміни рівня ґрунтових вод на екологію півдня України. Використання води з прісноводних штучних об'єктів має як низьку позитивних так і негативних факторів. Серед головних переваг створення водосховищ в Україні – це утворення великого запасу прісної води, можливість додаткової генерації електроенергії, створення судноплавства та риболовецьких господарств. А серед негативних факторів на першому місті стоїть затоплення великих територій, зміна рівня ґрунтових вод що в сумі впливає на геоекологію прилеглих територій [1].

Створення на півдні України, в 50-х роках XX століття, такого великого штучного об'єкту як Каховське водосховище привело до затоплення порядку 2100 км^2 земель Великого луку, повністю змінило біосистему регіону та внесло зміни в геологію ґрунтів навколо водного об'єкту. Збільшення кількості ґрунтових вод впливало на водоносні горизонти, що привело до наступних проблем: 1) збільшення виходу води з природних джерел та утворенні нехарактерного заболочування, 2) новий розподіл водних потоків на водоносних горизонтах, 3) збільшення об'ємів замуленої води на існуючих свердловинах, 4) підвищення мінералізації самої води в водоносних горизонтах за рахунок її вимивання засолених шарів ґрунту. Всі вище перераховані проблеми екологічно пов'язані з географією та геологію півдня України. Але в XX столітті кількість переваг, від створення водосховища, перекривала всі інші проблеми, а фактично побудова кримського каналу, принесло нормальне життя на північ Криму. За минулі 70 років, з початку існування Каховського водосховища пройшов перерозподіл рівня води на водоносних горизонтах та збалансування рослинних і тваринних біотопів, утворилась своя прісноводна річкова екосистема. Після підриву греблі 6 червня 2023 року, практично за тиждень, водосховище було повністю спустошено, 19 кубічних кілометрів води, мулу, донних відкладень з усіма біологічними видами потрапили в солоні води Чорного моря, а решта молюсків та риби почала гинути. Звичайно такі наслідки не покращили екологію регіону, а падіння рівня води на 12 метрів повністю змінило ландшафт. Водна система повернулась в минуле на 70 років, з повною перебудовою біотопів. Від опустелівання дна колишнього водосховища врятувала верба, яка після сходу води почала проростати на благодатних для неї умовах. Фактично зараз ми маємо найбільший єдиний вербовий ліс в Європі, що врятував регіон від найгірших наслідків.

Наприкінці можна зробити висновок: проблема зникнення водосховища може бути вирішена, але для цього потрібні збалансовані екологічні рішення.

Література:

1. Шищенко П.Г., Гавриленко О.П. Ш 65 Прикладна геоекологія: підручник. Київ: ПВТП «LAT&K», 2020. 440 с.

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ІНВЕСТИЦІЙ В ОХОРОНУ ПРАЦІ В НАФТОВОЇ КОМПАНІЇ SOCAR

Євтушенко Н.С., Заманова В.З.
Національній технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

SOCAR, яка демонструє високий рівень піклування про безпеку своїх співробітників, зміцнює свою репутацію як надійного та соціально відповідального роботодавця. Це може залучити більш кваліфікованих фахівців, покращити стосунки з партнерами та громадськістю, а також підвищити інвестиційну привабливість. Інвестиції в охорону праці призводять до зменшення кількості виробничих травм, професійних захворювань та аварій. Це, своєю чергою, значно знижує прямі витрати компанії на виплату лікарняних, компенсацій працівникам, судові витрати та страхові внески. Крім прямих витрат, нещасні випадки та аварії спричиняють значні непрямі витрати, такі як простої обладнання, зниження продуктивності, пошкодження майна, необхідність проведення розслідувань та додаткових навчань. Інвестиції у профілактику дозволяють уникнути чи мінімізувати ці втрати. Безпечні та комфортні умови праці підвищують їх мотивацію та залученість до робочого процесу, що безпосередньо впливає на зростання продуктивності праці. Дотримання вимог охорони праці та інвестиції у безпеку мінімізують ризик накладення штрафів з боку контролюючих органів та виникнення юридичних спорів, що також є економічно вигідним для компанії. Впровадження сучасних систем управління охороною праці та технологій безпеки може призвести до оптимізації виробничих процесів, виявлення неефективних процедур та зниження операційних витрат. Турбота про безпеку працівників сприяє зниженню плинності кадрів, збереженню досвідчених та кваліфікованих фахівців, що зменшує витрати на пошук, навчання нового персоналу [1]. Інвестиції в охорону праці є вкладенням у довгострокову стійкість бізнесу SOCAR, забезпечуючи безперервність виробничих процесів та мінімізуючи ризики, які можуть негативно вплинути на фінансові результати компанії в майбутньому. Компанії з високим рівнем безпеки праці часто сприймаються інвесторами як менш ризиковані, що може сприяти залученню інвестицій на вигідніших умовах і зниження вартості капіталу. Таким чином, інвестиції в охорону праці в SOCAR є не просто соціальним зобов'язанням, а й економічно обґрунтованим рішенням, що сприяє зниженню витрат, підвищенню ефективності та сталому розвитку компанії.

Література:

1. Liu Yujun, Yevtushenko N.S. Rational risk management when issuing personal protective equipment at mechanical engineering enterprises./Охорона праці: освіта і практика. Проблеми та перспективи розвитку охорони праці: Зб. наук. праць IV Всеукраїнської науково–практичної конференції викладачів та фахівців–практиків та XIV Всеукраїнської науково-практичної конференції курсантів, студентів, аспірантів та ад'юнктів. – Львів: ЛДУ БЖД, 2024. – 97-98 с.

ВОГОНЬ ПІД КОНТРОЛЕМ І НОВІТНІ РОЗРОБКИ ІЗРАЇЛЮ

Вайсбурд Л. ,Євтушенко Н.С.
Національній технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Пожежі завдають серйозної шкоди довкіллю та економіці, щороку спричиняючи мільярдні збитки по всьому світу. В умовах кліматичних змін і збільшення частоти займання лісових та степових територій зростає потреба у сучасних технологіях для їх запобігання та ліквідації. В Ізраїлі активно розробляються інноваційні рішення у цій сфері, що отримують підтримку як від державних, так і від приватних інституцій. Одними з таких проєктів є стартапи FireDome і FireWave. FireDome запропонував автоматизовану систему гасіння пожеж, що ґрунтується на використанні відеокамер для виявлення вогнищ займання та пневматичному механізмі запуску вогнегасних куль, наповнених порошковим складом. Система здатна автоматично реагувати на пожежу, випускаючи до 200 куль за один раз і самостійно поповнюючи запас після спрацювання. Детальніше з цією розробкою можна ознайомитися на офіційному сайті компанії fire-dome.com.

Інший стартап, FireWave, зосередився на ранньому виявленні пожеж за допомогою акустичних датчиків, які встановлюються на відстані приблизно 200 метрів один від одного. Вони здатні фіксувати специфічний шум вогню, а сигнали тривоги передаються миттєво через мобільний телефон із сонячною панеллю або, за потреби, через супутниковий зв'язок. Така система дозволяє виявити займання ще на початковому етапі, що дає змогу швидко реагувати та запобігати значним збиткам.

Окрім природних пожеж, важливою залишається проблема пожежної безпеки в будівлях. Потреба у вдосконаленні протипожежних сигналізацій та систем безпеки постає дедалі гостріше [1]. Триває аналіз існуючих технологій і нормативних вимог з метою формування ефективних пропозицій для виробників і регуляторних органів.

Таким чином, інноваційні підходи стають ключовим інструментом у боротьбі з пожежами. Розробки компаній FireDome і FireWave демонструють практичну цінність новітніх технологій для запобігання та ліквідації природних займання, а подальше вдосконалення систем безпеки в міській інфраструктурі потребує консолідованих зусиль науковців, інвесторів і державних структур.

Література:

1. Liu Yujun, Yevtushenko N.S. Rational risk management when issuing personal protective equipment at mechanical engineering enterprises./Охорона праці: освіта і практика. Проблеми та перспективи розвитку охорони праці: Зб. наук. праць IV Всеукраїнської науково–практичної конференції викладачів та фахівців–практиків та XIV Всеукраїнської науково-практичної конференції курсантів, студентів, аспірантів та ад'юнктів. – Львів: ЛДУ БЖД, 2024. – 97-98 с.

АУДИТ ОХОРОНИ ПРАЦІ ЯК ІНСТРУМЕНТ БЕЗПЕКИ

Євтушенко Н.С., Твердохлєбова Н.Є.
Національній технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Аудит з охорони праці – це комплексна перевірка умов праці на підприємстві, яка допомагає виявити порушення, оцінити ризики та попередити нещасні випадки. Проводиться він як внутрішніми спеціалістами, так і зовнішніми аудиторами.

Основна мета – переконатися, що всі вимоги законодавства та внутрішніх нормативів з охорони праці дотримуються.

Перевірка починається з підготовки: створюється комісія, затверджується план, збираються необхідні документи – журнали інструктажів, протоколи навчань, акти оглядів обладнання, накази та інше. Далі проводиться огляд території, цехів, робочих місць.

Аудитори перевіряють справність техніки, наявність засобів захисту, маркування, пожежну безпеку, вентиляцію, освітлення. Наступний етап – опитування працівників [1]. Аудитори з'ясовують, чи проходили люди навчання, чи знають правила безпеки, чи мають доступ до інструкцій. Це дозволяє виявити не лише технічні, а й організаційні недоліки – наприклад, формальний підхід до інструктажів або відсутність контролю з боку керівників.

Паралельно оцінюється відповідність умов праці чинним санітарним та гігієнічним нормам. Перевіряється мікроклімат у приміщеннях, рівень шуму, вібрацій, наявність шкідливих факторів. За потреби залучаються лабораторії або спеціалізовані служби для проведення замірів.

Після збору всієї інформації складається звіт. У ньому фіксуються всі виявлені порушення, зазначається ступінь ризику, даються рекомендації та встановлюються строки для усунення проблем [2]. Звіт передається керівництву, і за його результатами формується план коригувальних дій.

Завершальний етап – контроль виконання рекомендацій. Через певний період проводиться повторна перевірка, щоб переконатися, що недоліки усунено. Таким чином, аудит з охорони праці – це дієвий механізм постійного вдосконалення безпеки на підприємстві.

Література:

1. Євтушенко Н.С. Сутність та необхідність охорони праці в контексті виробничого процесу / Євтушенко Н. С., Твердохлєбова Н. Є. // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я = Information technologies: science, engineering, technology, education, health : тези доп. 32-ї міжнар. наук.-практ. конф. MicroCAD–2024. – Харків : НТУ "ХПІ", 2024. – С. 359.

2. Євтушенко Н.С. Важлива роль аудиту з охорони праці на підприємствах машинобудівної галузі / Євтушенко Н.С., Фролова А.А. // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я = Information technologies: science, engineering, technology, education, health : тези доп. 32-ї міжнар. наук.-практ. конф. MicroCAD–2024. – Харків : НТУ "ХПІ", 2024. – С. 360.

ЗНАЧЕННЯ ІНЖЕНЕРНОЇ ОСВІТИ В СИСТЕМІ ОХОРОНИ ПРАЦІ

Євтушенко Н.С., Семенов Є.О.
Національній технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Основи інженерної підготовки відіграють ключову роль у забезпеченні ефективної системи охорони праці. Знання конструкцій, технологічних процесів та принципів роботи обладнання дають змогу фахівцям прогнозувати потенційні небезпеки ще на етапі проєктування. Інженерний підхід дозволяє не лише виявляти загрози, а й системно вирішувати проблеми безпеки.Розуміння фізичних і хімічних процесів, які відбуваються на виробництві, допомагає точно визначати джерела шкідливих факторів – від підвищеної температури до токсичних викидів [1]. Завдяки цьому інженери з охорони праці можуть розробляти ефективні засоби захисту, адаптовані до конкретних умов. Також інженерна підготовка дає змогу правильно оцінювати навантаження на обладнання та проєктувати безпечні технологічні процеси. Це знижує ризик аварій, поломок і надзвичайних ситуацій, що можуть становити загрозу для здоров’я та життя працівників. Особливе значення має знання нормативно-технічної документації. Інженер повинен вміти читати креслення, аналізувати технічні умови, а також впроваджувати стандарти безпеки, що відповідають чинному законодавству [2]. Це дозволяє не лише дотримуватись правил, а й розуміти їх практичну суть. У сучасних умовах автоматизації виробництва знання принципів роботи електронних систем і засобів контролю стає необхідним. Інженери з охорони праці повинні володіти навичками аналізу даних з сенсорів, датчиків і систем моніторингу, аби оперативно виявляти відхилення та запобігати нештатним ситуаціям. Крім технічних знань, важливо мати навички системного мислення, логічного аналізу та прогнозування. Інженерна підготовка формує здатність бачити цілісну картину – від проекту до експлуатації, від теорії до практичних рішень з охорони праці.

Отже, основи інженерної підготовки – це не просто технічна база, а потужний інструмент забезпечення безпеки. Вони дозволяють не лише зменшити травматизм, а й створити культуру безпеки, що пронизує всі рівні виробничого процесу.

Література:

1. Євтушенко Н.С. Сутність та необхідність охорони праці в контексті виробничого процесу / Євтушенко Н.С., Твердохлєбова Н.Є. // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я = Information technologies: science, engineering, technology, education, health : тези доп. 32-ї міжнар. наук.-практ. конф. MicroCAD–2024. – Харків : НТУ "ХПІ", 2024. – С. 359.

2. Євтушенко Н.С. Охорона праці в рамках безпеки в машинобудуванні / Євтушенко Н.С., Семенов Є.О. // Безпека людини у сучасних умовах : Human safety in modern conditions : coll. of 16th Intern. Sci. and Methodological Conf – Харків : НТУ "ХПІ", 2024. – С. 101-103.

ІННОВАЦІЙНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ЗМІН

Євтушенко Н.С.[1], Сухенко О.В.[2]
[1] Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків
[2] Харківський політехнічний фаховий коледж, м. Харків

Природоохоронні технології відіграють важливу роль у сучасному світі, оскільки допомагають зменшити негативний вплив людської діяльності на навколишнє середовище. Вони спрямовані на збереження природних ресурсів, зниження рівня забруднення повітря, води й ґрунтів, а також на відновлення екосистем. У контексті глобальних екологічних проблем, таких як зміна клімату, зникнення видів та деградація земель, розвиток і впровадження таких технологій є вкрай необхідним [1]. Одним із головних напрямів природоохоронних технологій є очищення промислових і побутових стічних вод. Сучасні системи фільтрації та біоочищення дають змогу зменшити кількість шкідливих домішок, які потрапляють у водойми. Також активно розвиваються методи повторного використання води, що знижує потребу в її заборі з природних джерел і дозволяє більш раціонально використовувати цей ресурс. Ще одним прикладом є технології очищення повітря, особливо у великих містах і промислових зонах. Водночас впроваджуються альтернативні джерела енергії, зокрема сонячна, вітрова й гідроенергія, що не спричиняють викидів шкідливих речовин в атмосферу, як це роблять традиційні викопні види палива. Важливою частиною природоохоронних технологій є також утилізація та переробка відходів [2]. Сучасні сортувальні станції, компостування органічних решток і повторне використання матеріалів дають змогу зменшити навантаження на сміттєзвалища та знизити обсяг викидів шкідливих речовин. Отже, природоохоронні технології є необхідним інструментом для досягнення сталого розвитку. Їхнє широке впровадження можливе лише за умови підтримки з боку держави, науковців, підприємств і кожного громадянина. Тільки спільними зусиллями можна забезпечити чисте та безпечне довкілля для майбутніх поколінь.

Література:

1. Sukhenko O. V. Modern aspects of teaching academic disciplines in the direction of "Civil security" / Sukhenko O. V. , Yevtushenko N. S. // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я = Information technologies: science, engineering, technology, education, health : тези доп. 32-ї міжнар. наук.-практ. конф. MicroCAD–2024, – Харків : НТУ "ХПІ", 2024. – С. 390.

2. Сухенко О.В., Євтушенко Н.С. Аспекти екологічного виховання здобувачів освіти технічних спеціальностей ./Охорона довкілля, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки. Збірник матеріалів ІІІ Всеукраїнської науково-практичної конференції , Запоріжжя, : Видавництво «Просвіта», 2024, 326 -329 с.

FEATURES OF LIME SLUDGE DEWATERING AT WATER TREATMENT FACILITIES USING A JD-TYPE ROLLER PRESS

Vasylenko A.O., Fushtey O.V., Moiseev V.F.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Lime sludge, formed as a by-product of water softening processes, presents a significant challenge for dewatering due to its high moisture content, fine particle size, and adhesive properties. This type of sludge typically consists of calcium carbonate ($CaCO_3$), which tends to clog dewatering equipment and causes rapid wear of its components.

Traditional dewatering technologies such as centrifuges and chamber filter presses are often ineffective for lime sludge, as they either require high energy input or exhibit frequent clogging and maintenance issues. In contrast, roller presses offer a promising alternative due to their ability to handle abrasive and fine-grained materials with minimal energy consumption and mechanical wear.

This study presents an evaluation of lime sludge dewatering using a JD-type roller press. To ensure optimal performance, a two-stage chemical conditioning process was applied: a coagulant was dosed into a static mixer, followed by flocculant injection into a flocculation tank. The initial sludge solids content ranged from 4–6%, and the resulting dewatered cake had a solids content of 32–45%. The solids capture rate exceeded 95%.

The JD roller press demonstrated continuous and stable operation, thanks to its low-speed rotation, self-cleaning mechanism, and open design. These features prevented clogging and significantly reduced maintenance frequency. The substantial reduction in sludge volume allowed for decreased transportation and disposal costs, while also reducing the need for lagoon storage. Compared to centrifuges, the JD roller press consumed significantly less energy and required simpler maintenance.

Thus, the JD-type roller press represents an efficient and cost-effective solution for lime sludge dewatering at water treatment plants. Its implementation improves the overall energy efficiency, operational reliability, and environmental sustainability of sludge management processes.

References:

1. Швайка Л.А., Бондаренко О.М. Сучасні технології зневоднення осадів водоочисних споруд. // Водопостачання та водовідведення. – 2019. – №3. – С. 32–37.
2. Гринчук Н.П., Омельяненко О.В. Дослідження ефективності роботи обладнання для механічного зневоднення осадів. // Наукові вісті НТУУ «КПІ». – 2020. – №6. – С. 45–49.
3. Novak, J.T., Oleszkiewicz, J.A. Dewatering of Wastewater Sludge: A Critical Review. // Water Environment Research. – 2007. – Vol. 79(2). – P. 123–132.

ANALYSIS OF WORKING CONDITIONS OF AGRICULTURAL WORKERS

Ivashchenko M.Y.
O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv

Agricultural work has been and remains one of the most labor-intensive and socially significant areas of activity. Workers in this industry ensure the country's food security, but at the same time they themselves often face difficult and sometimes unsafe working conditions.

A brief analysis of these conditions is considered:

1. Physical factors. Agricultural work is often done outdoors, which makes workers dependent on weather conditions. In summer, it can be heat, in winter, on the contrary, hypothermia. Constant physical exertion, carrying heavy objects, working in a bent position, standing for a long time - all this creates a high load on the musculoskeletal system and the cardiovascular system.

2. Mechanization and automation. Despite the development of agricultural machinery, a significant part of the work remains manual, especially in small and medium-sized enterprises. Even where tractors, combines, seeders and other equipment are used, the operator is faced with vibration, noise, exhaust gases and the need to perform work at night or in the morning. In addition, the equipment requires maintenance, which is associated with the risk of injury.

3. Chemical and biological factors. When using fertilizers, pesticides, insecticides and other agrochemicals, workers are exposed to toxic substances. If safety standards are not observed and personal protective equipment is not available, poisoning, allergies, chronic respiratory and skin diseases are possible. Biological risks include contact with pathogens of infectious diseases of animals and plants.

4. Psychophysiological stress. Agricultural work often requires long working hours, especially during the sowing and harvesting seasons. The lack of clear regulations on working hours, high responsibility for the harvest or livestock, and lack of rest lead to overwork and nervous exhaustion. In addition, there are frequent cases of working in isolated conditions, which also affects the psychoemotional state.

5. Sanitary and hygienic factors. Agricultural workers often face unsatisfactory living conditions: lack of hot water, sanitary facilities, places to rest. In addition, the level of wages in agriculture remains below the average for other industries, which reduces the attractiveness of the profession and does not contribute to improving working conditions.

Thus, the analysis of working conditions in agriculture shows that this area requires special attention from the state and employers. To improve the situation, it is necessary to modernize equipment, introduce modern means of protection, automate processes, and develop social infrastructure in rural areas. Without the proper level of control over the working conditions of agricultural workers, sustainable growth of the agricultural sector and food security of the country are impossible.

ENVIRONMENTAL AND TECHNOLOGICAL HAZARDS DURING IRON ORE MINING AT FERREXPO ENTERPRISES

Bocharova A.A., Ivashchenko M.Y.
O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv

Ferrexpo is an international mining company that extracts and enriches iron ore in Ukraine, particularly in the Poltava region. The extraction is carried out in an open-pit manner, which is accompanied by an impact on the natural environment and the creation of hazards for workers. Industrial risks include dust emissions, water pollution, soil degradation and man-made accidents. A significant part of man-made threats is caused by the operation of a large number of heavy equipment, drilling and blasting operations, the accumulation of mining waste and the operation of tailings facilities.

Natural risk factors include possible flooding due to changes in the hydrological regime due to quarry operations, landslides in dump areas, wind erosion, which contributes to the transfer of harmful dust. Emissions of fine dust with a high content of iron and heavy metals affect the respiratory system of workers and residents of nearby settlements. Noise and vibration exposure to workers is also problematic. Working conditions in the open-pit mining area are accompanied by risks of injury due to falling rock, disruption of slope stability, and failures in the operation of explosive systems.

Among the environmental threats, the priority ones are landscape disturbance, soil contamination due to spills of fuels and lubricants and discharges of untreated or insufficiently treated wastewater. The operation of enrichment plants is accompanied by the formation of a large amount of sludge, which is stored in specialized tailings ponds. Their breakthrough can have catastrophic consequences for the environment. A decrease in the groundwater level in nearby villages is often observed, which is associated with large-scale mining developments.

Ferrexpo implements a number of measures to reduce its impact on the environment and personnel safety. The company's enterprises have implemented international standards for occupational health and environmental management ISO 45001 and ISO 14001. Regular environmental monitoring is carried out, dust collection systems are used, and waste areas are rehabilitated. The company conducts safety training for employees, provides them with personal protective equipment, and implements digital solutions for analyzing production risks.

During the production process, special attention is paid to the organization of working conditions in high-risk areas. Employees undergo training, assess professional risks, and use a system of admission to high-risk work. Air temperature, noise level, dust concentration, and the presence of explosive environments are carefully monitored. The enterprise implements automated emergency notification systems. The company also invests in modern waste disposal systems, uses closed water supply cycles, conducts environmental audits, and reduces its carbon footprint. Cooperation with local communities includes risk awareness, support for social and environmental projects, participation in international environmental initiatives, and publication of open corporate responsibility reports.

ТВЕРДІ ЧАСТИНКИ В АТМОСФЕРНОМУ ПОВІТРІ: ДЖЕРЕЛА, РИЗИКИ, НАСЛІДКИ

Іванов І. В., Новожилова Т.Б.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Забруднювач, який спричиняє найбільшу кількість смертей через забруднення повітря, – це тверді частинки. Тверді частинки (particulate matter, PM) – це всі речовини, що містяться в повітрі, але не є газами. Це надзвичайно дрібні частинки різного хімічного складу, які складаються з сульфатів, нітратів, аміаку, хлориду натрію, сажі, мінерального пилу та води, зважені у повітрі, яким дихає людина.

Частинки класифікуються за діаметром: 10 мкм або менше (PM10) і 2,5 мкм або менше (PM2.5). PM10 і PM2.5 часто походять із різних джерел викидів і мають відмінний хімічний склад. Виникнення PM2.5 зазвичай є наслідком спалювання викопного палива в промисловості, енергетиці, автотранспорті, а також має природне походження (вулканічна активність, пилові бурі тощо). Це надзвичайно дрібні частинки: 2,5 мікрометра – це приблизно одна тридцята діаметра людської волосини.

Як PM2.5, так і PM10 можуть вдихатися та осідати в дихальних шляхах, причому місце їх осідання в легенях залежить від розміру частинок. Частинки PM2.5 здатні проникати у глибокі відділи легень і осідати на їхній поверхні, а також долати легеневий бар'єр і потрапляти до кровоносної системи людини. Натомість PM10, як правило, відкладається на стінках більших дихальних шляхів у верхній частині легень. Частинки, що осідають на поверхні легеневої тканини, можуть спричиняти її пошкодження та ініціювати запальні процеси.

Дослідження свідчать, що літні люди з хронічними захворюваннями серця або легень, діти та астматики належать до груп, найбільш уразливих до шкідливого впливу PM10 і PM2.5 на здоров'я. Особливо чутливими до забруднювачів повітря, таких як PM, є діти та немовлята, оскільки вони вдихають більше повітря на одиницю маси тіла, ніж дорослі: дихають частіше, проводять більше часу на відкритому повітрі й мають менші розміри тіла. Крім того, незріла імунна система у дітей може підвищувати їхню чутливість до впливу PM порівняно зі здоровими дорослими.

Згідно з даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), середньозважений рівень впливу зважених частинок розміром менше ніж 2,5 мікрона у 2019 році для населення світу становив 31,7 мкг/м³. Надзвичайно високий рівень забруднення твердими частинками спостерігається у багатьох країнах Африки та Азії з низьким і середнім рівнем доходу – там концентрація може сягати майже 100 мкг/м³. Для порівняння: у Фінляндії цей показник становить 5,5 мкг/м³ – майже у 20 разів менше. В Україні середньорічний рівень впливу PM2.5 становить 13,51 мкг/м³. Рекомендації ВООЗ щодо якості повітря зазначають, що середньорічна концентрація PM2.5 має не перевищувати 5 мкг/м³, аби мінімізувати її вплив на здоров'я людини.

ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО МЕНЕДЖМЕНТУ РИЗИКІВ У СИСТЕМІ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ

Потушинська К. В., Віштак І. В.
Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

В роботі досліджено інноваційні підходи до управління ризиками у сфері охорони праці шляхом застосування інноваційних технологій. Сучасне виробниче середовище характеризується зростаючою складністю технологічних процесів, що зумовлює необхідність впровадження новітніх та ефективних методів забезпечення безпеки праці [1].

Одним із фундаментів сучасної системи безпеки праці є ризикоорієнтований підхід. Замість пасивного очікування інцидентів, підприємства переходять до активної ідентифікації потенційних небезпек, оцінюючи ймовірність їхнього виникнення та можливі наслідки, що дозволяє значно знизити травматизм.

Інновації в охороні праці також проявляються у розробці та застосуванні новітніх технологічних рішень. Важливим аспектом інноваційного менеджменту ризиків є формування проактивної культури безпеки [2]. Це передбачає активну участь усіх працівників у процесах забезпечення безпеки, заохочення повідомлень про потенційні небезпеки та створення атмосфери взаємної відповідальності. Цифрові інструменти та платформи можуть сприяти налагодженню ефективного зворотного зв'язку та обміну інформацією між усіма рівнями організації.

В умовах невизначеності, характерної для сучасного бізнес-середовища, управління ризиками стає ключовим фактором стійкості підприємств [6]. Інноваційні підходи дозволяють більш гнучко та адаптивно реагувати на нові виклики та мінімізувати потенційні негативні наслідки.

Впровадження інформаційних систем та технологій також відіграє важливу роль в управлінні ризиками, зокрема у сфері охорони здоров'я [9].

Інноваційні підходи до менеджменту ризиків у системі безпеки праці є ключовим фактором підвищення рівня безпеки та зниження виробничого травматизму на сучасних підприємствах. Інтеграція ризикоорієнтованих принципів, впровадження цифрових технологій, формування проактивної культури безпеки та використання передових інформаційних систем дозволяють перейти від реактивного до превентивного управління ризиками. Подальший розвиток та адаптація цих підходів з урахуванням специфіки різних галузей та підприємств є важливим напрямком для забезпечення сталого та безпечного виробничого середовища.

Література:

1. Ризикоорієнтовані підходи в охороні праці [Електронний ресурс] // ОРРВ. – Режим доступу: https://oppb.com.ua

2. SafetyCulture – офіційний сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://safetyculture.com

3. Нові виклики сьогодення у сфері охорони праці в Україні [Електронний ресурс] // Безпека. – Режим доступу: https://bezpeka.isu.net.ua

НОВА ПРИЧИНА ПОЖЕЖ В УКРАЇНІ ЗА ПЕРІОД З 2022 ПО 2024РІК.

Максименко О.А., Ященко Л.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м.Харків

У період від 24 лютого 2022 року по теперішній час в наслідок збройного конфлікту в пожежній безпеці України відбулися значні зміни. Серед основних причин пожеж з'явилися причини, які виникають внаслідок обстрілів, вибухів боєприпасів та інших наслідків бойових дій. Результати аналізу основних причин пожеж в Україні за період з 2022 по 2024 роки наведено у табл. 1 [1-3].

Таблиця 1. Основні причини пожеж в Україні у продовж 2022-2024років.

№	Причина пожежі	2022	2023	2024
1.	Необережне поводження з вогнем	45870	38235	65221
2.	Порушення правил пожежної безпеки при влаштуванні та експлуатації електроустановок	10297	9856	10880
3.	Вибухи, внаслідок бойових дій	12884	6067	7510
4.	Порушення правил пожежної безпеки при влаштуванні та експлуатації печей, теплогенеруючих агрегатів та установок	4681	4034	4220
5.	Порушення технології виробництва та правил експлуатації транспортних засобів	2281	2650	3005
6.	Підпали	1419	2112	2608
7.	Пустощі дітей з вогнем	322	396	562
8.	Невстановлені причини	831	80	178
9.	Несправність виробничого обладнання, порушення технологічного процесу виробництва	120	130	147

За результатами проведеного аналізу змін пожежної безпеки Україні за період 2022-2024 рр. можна зробити наступні висновки: з'явилася нова група причин, яка пов'язана з бойовими діями; пожежі, які були викликані вибухами у наслідок бойових дій входять у першу трійку за кількістю виникнення; найбільша кількість пожеж в наслідок бойових дій спостерігалась на початку війни, однак і у наступні роки їх кількість залишається досить великою.

Для зменшення ризику виникнення пожеж, на мою думку, необхідно впроваджувати профілактичні заходи, підвищувати рівень обізнаності населення про пожежну безпеку , проводити належну підготовку служб порятунку із врахуванням нової причини виникнення пожеж, яка викликана бойовими діями.

Література:

1. Аналітична довідка про пожежі та їх наслідки в Україні за 12 місяців 2022 року URL: https://idundcz.dsns.gov.ua/upload/1/6/0/8/6/7/7/analitychnadovidka-pro-pojeji-122022.pdf. .

2. Аналітична довідка про пожежі та їх наслідки в Україні за 12 місяців 2023 року URL: https://idundcz.dsns.gov.ua/upload/2/0/1/8/2/6/2/analitychnadovidka-pro-pojeji-122023.pdf.

3. Аналітична довідка про пожежі та їх наслідки в Україні за 12 місяців 2024 року URL: https://dsns.gov.ua/upload/2/3/0/1/6/1/2/analiticna-dovidka-pro-pozezi-za-12-misiaciv-2024-na-sait.pdf

ПЕРСПЕКТИВИ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД З ВИКОРИСТАННЯМ МІКРОБНИХ ЛІПАЗ

Османова О.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Очищення стічних вод є величезною проблемою через велику кількість утворених стічних вод і необхідність їх переробки. Технологія очистки стічних вод залежить від різних факторів, таких як джерело скидання відходів, хімічний склад, наявність завислих та розчинених компонентів. Ліпіди (олії, жири, мастильні матеріали) є важливими компонентами, що скидаються у складі стічних вод харчової промисловості, ресторанів, шкіряних заводів, косметичної та фармацевтичної промисловості. Скидання частково очищених від ліпідів стічних вод з вищевказаних підприємств призводить до утворення маслянистого шару на поверхні води, що перешкоджає проникненню кисню та сонячного світла, що призводить до несприятливого впливу на водні екосистеми. Більше того, краплі олії поєднуються зі зваженими частинками в стічних водах, створюють засмічення в каналізаційних лініях. Крім того, кулінарні олії окислюються та змінюють свої властивості при нагріванні при високій температурі на відкритому повітрі, що призводить до утворення канцерогенних побічних продуктів. Таким чином, ліпіди у стічних водах не тільки становлять загрозу для екосистеми, а й становлять небезпеку для здоров'я людини. Видалення ліпідів зі стічних вод має велике значення, і для цієї мети використовуються різні механічні, фізико-хімічні та хімічні методи, але їх застосування обмежене через високу вартість та несприятливий вплив на навколишнє середовище.

Ліпази є одним з ефективних ферментів для очищення стічних вод, багатих ліпідами. Ліпази є всюдисущими ферментами, що належать до класу триацилгліцерол-ацилгідролаз. Ці ферменти мають широке промислове застосування завдяки своїй здатності гідролізувати триацилгліцерол до гліцерину та жирних кислот. Ліпази потребують мало енергії, не вимагають суворих умов або хімічних речовин, і використовують різноманітний субстрат.

Мікробні ліпази є біокаталізаторами широкого спектру каталітичних реакцій. Ліпази краще хімічних каталізаторів завдяки їх високій специфічності та стабільності. Великий попит на мікробні ліпази заснований на їх застосуванні в різних процесах та галузях промисловості. Використання мікробних ліпаз має певні обмеження через високу вартість їх виробництва. Реакції, що проходять за участю мікробних ліпаз, зазвичай потребує певного діапазону умов навколишнього середовища, таких як температура, pH, доступність субстрату.

Використання мікробних ферментних препаратів ліполітичної дії для гідролізу ліпідів, що містяться в стічних водах, є привабливим альтернативним підходом для вирішення існуючих проблем.

BIOMONITORING THE SPREAD OF OIL PRODUCTS IN CONTAMINATED SOILS

Moskal M. M., Voykov A. O.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Almost all elements of the environment are influenced by human actions, and this is especially noticeable in the fuel and energy industries. One of the most vulnerable parts of the environment is the soil. It easily absorbs harmful substances, and even small amounts of pollution can have a long-term impact. When soil is contaminated, it disrupts the balance of local ecosystems, reducing both plant and animal populations. A major source of such pollution comes from toxic substances, with oil and oil products posing some of the most serious threats. These materials not only persist in the environment for a long time but also spread quickly, making cleanup difficult and harming biodiversity in affected areas. Oil products are absorbed in the upper layers, reducing soil porosity and water permeability, and an oil film can form on the surface, which causes greater heating. The roots of plants are covered with oil compounds, which reduces the supply of moisture and nutrients.

Once in the soil, oil products migrate in vertical and horizontal directions, distributed unevenly. The highest concentration of oil compounds is observed at the depths of 0-10 cm and 30-40 cm, and it is half as high at the depths of 10-30 cm. immediately after the oil gets in, the self-cleaning process begins. Its intensity depends on air humidity, soil type, the amount of oil that has entered the soil, and the presence of microorganisms that accelerate this process. Destructive microorganisms can exist in contaminated soil or be added by isolation from other contaminated areas. They are resistant to the toxic effects of oil products. The most common oil-oxidizing organisms in the soil are bacteria of the genera Rhodococcus, Pseudomonas, Arthrobacter, Mycobacterium and others. For their better activity, it is advisable to combine several different strains, and under favourable conditions (temperature, humidity, soil acidity, aeration) they can utilize a fairly large amount of oil that has entered the soil.

To assess the toxicity of the environment and for the purpose of biomonitoring, bioindicator organisms can be used that can exist only at a certain level of pollution. They can be plants and representatives of micro- and mesofauna. Restoration of background soil parameters after remediation is possible only after 8 years. The use of biological soil treatment is more promising than mechanical, physical and chemical methods, as it requires lower financial costs and has a longer-lasting effect.

It is advisable to restore contaminated soils after 45 days using phytoremediation methods, planting plants to a depth of 10 to 20 cm. For biomonitoring of remediated soils contaminated with oil products, it is best to use bioindicator organisms. So, it was analyzed the processes of oil product migration in soils and proposed to use soil organisms as bioindicators.

DIRECTIONS OF DRILL CUTTINGS UTILIZATION

Moskal M. M., Manoilo E. V.
National Technical University
«Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

The operation of oil and gas wells is marked by the generation of a significant amount of drilling waste, which is classified as multi-tonnage waste from oil and gas production. The volume of drilled cuttings can reach 0.4 m3 per linear meter of well passage. Therefore, the problem of its storage, disposal, neutralization and utilization is relevant. Currently, there is no consensus on the chemical composition and physical and chemical properties of drill cuttings. The chemical composition of drill cuttings is determined by the content of 55-60 % SiO_2, 12-16 % Al_2O_3, 3,2-4,3 % CaO, the rest is made up of organic compounds and heavy metal oxides. The composition of drill cuttings is characterized by the content of oil, oil products, synthetic surfactants, organic compounds hazardous to the environment and soluble mineral salts that are toxic to soil and vegetation. Drill cuttings contain up to 60-80% drilled rock, 8% organic matter, up to 6% water-soluble salts and weighting agents, clay and oil.

One of the most important aspects of drilling operations is to preserve the environment as much as possible. Oil and gas well construction activities have a negative impact on the environment, and the consequences of this impact are felt not only at the time of pollution but also for several years after the work is stopped. In addition, drilling operations are carried out without proper environmental control. Therefore, one of the primary problems is choosing the optimal scheme for their utilization or disposal. In the practice of drilling and operating oil wells, waste is disposed of in earthen sludge pits on the territory of the drilling site, the walls and bottom of which are insulated with polyethylene or polyvinyl chloride film and bentonite. Upon completion of the well, the storage facility is covered with mineral soil mixed with bentonite and a layer of fertile soil is applied, i.e., the site is reclaimed.

Based on the review of existing methods of drill cuttings utilization and taking into account the current experience of well drilling, it was established that the most acceptable way to neutralize drilling waste is the process of joint processing of drill cuttings and phosphogypsum to produce a building material such as gypsum concrete.

Based on the composition of drill cuttings, it can be used as fine aggregate in the manufacture of gypsum concrete based on phosphogypsum binder. Construction materials made from anthropogenic raw materials must have satisfactory technical and environmental characteristics. Modern utilization technologies allow changing the chemical composition and physical and chemical parameters of waste, giving it improved properties and the possibility of using it in the production of building materials such as bricks, expanded clay, and small-sized construction products. Modern environmentally friendly and efficient methods of utilization of this type of oil and gas production waste to ensure environmental safety is an urgent scientific task.

ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ПЕРЕРОБКИ ВІДХОДІВ ДЕРЕВИНИ

Аксьонова С.Р., Бабенко В.М.
Національний технічний Університет «Харківський Політехнічний Інститут», м. Харків

У роботі розглянуто питання переробки відходів деревини, що стикаються зі значними проблемами, а це в свою чергу призводить до неефективного використання цінного ресурсу, поглиблює екологічну кризу через втрату біорізноманіття, впливає на зміну клімату та гальмує розвиток економіки через втрати потенційних доходів від вторинного використання.

Проблеми переробки відходів деревини є багатогранним фактором взаємопов'язаним, охоплюючи технологічні, економічні, логістичні та соціальні аспекти. Недостатньо розвинена інфраструктура збору та сортування, високі транспортні витрати на доставку розрізнених обсягів відходів, а також відсутність ефективних та економічно вигідних технологій переробки, для певних видів деревини, особливо забрудненої чи дрібної фракційної, суттєво ускладнюють процес. Крім того, низька обізнаність та головним чином недостатня мотивація як виробників деревини, так і споживачів щодо важливості вторинної переробки призводять до того, що значні обсяги потенційної сировини потрапляють на полігони. Там вони або займають корисні площі, або просто їдуть на захоронення й розкладання, створюючи викиди парникових газів, що додає пришвидшення проблеми зміни клімату.

З економічної точки зору, непереробленні відходи деревини являють собою втрачений ресурс. Замість того, щоб слугувати сировиною для виробництва нових продуктів, таких як: меблі, будівельні матеріали, картон та папір, або на створення біогазу, вони не йдуть на користь для навколишнього середовища, а тільки створюють додаткові витрати в економіці.

В XXI столітті, вирішення проблеми переробки відходів деревини є критично важливим фактором. В умовах повномасштабних військових дій, коли відсоток лісів постійно втрачається, необхідно збереження природних ресурсів та стимулювання економічної незалежності. Це вимагає комплексного підходу, що включає в себе впровадження сучасних технологій, розвиток інфраструктури, стимулювання вторинної переробки, на всіх рівнях, та підвищення екологічної свідомості суспільства. Подальший розвиток ефективної системи переробки відходів деревини в Україні потребує узгодженої стратегії на національному рівні. Це включає розробку й впровадження чітких законодавчих норм, що стимулюватимуть підприємства до сортування та передачі відходів на переробку, а також запровадження економічних механізмів, таких як пільги, субсидії або податкові послаблення для підприємств, що займаються вторинною переробкою. Важливим елементом також є підтримка науково-дослідних розробок у сфері нових технологій переробки, особливо для складних видів відходів побутового сектору.

Отже, тільки комплексні інноваційні підходи можуть значно підвищити економічну привабливість вторинної сировини та розширити спектр її можливого застосування.

МОТИВАЦІЯ ЯК ФУНКЦІЯ УПРАВЛІННЯ ОХОРОНОЮ ПРАЦІ

Мовмига Н.Є., Бойченко М.О., Решетняк К.Д.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Питання мотивації діяльності є одними з ключових у сучасній психології праці. Вплив мотивації на поведінку людини залежить від безлічі факторів, має дуже індивідуальний характер і може змінюватися під впливом мотивів та зворотного зв'язку з діяльністю людини. Недостатня мотивація працівника на безпечну працю робить його «слабкою ланкою» в усьому ланцюзі забезпечення безпеки виробництва, потенційною жертвою несприятливих умов праці.

Центральною ланкою системи мотивації в організації безпеки трудової діяльності є добре налагоджений мотиваційний механізм, що являє собою сукупність мотивів, які використовують під час управління такою стратегічною метою, як безпека праці. У програмі підвищення ролі охорони праці шляхом впровадження мотиваційних механізмів і залучення працівників до процесу створення та забезпечення виробничої безпеки можна використовувати:

1. Економічні методи: преміювання працівника за підсумками місяця, з урахуванням участі та особистого внеску в зміцнення трудової дисципліни та поліпшення стану охорони праці та виробничої безпеки.

2. Соціологічні методи відіграють важливу роль в управлінні персоналом і дають змогу: виокремити лідерів і забезпечити їхню підтримку; зв'язати мотивацію персоналу та необхідний результат роботи; підвищити рівень комунікації й ефективно розв'язувати робочі конфлікти та ін.

3. Організаційні методи полягають в тому, що підприємство гарантує працівникам гідні та безпечні умови праці, а також зі свого боку забезпечує виробничу безпеку.

4. За допомогою морально-психологічних методів здійснюють вплив на психологію людини. Для їх реалізації необхідне формування усвідомленого ставлення до безпеки на виробництві через звернення до внутрішньої мотивації, внутрішнього світу працівника через його почуття та поведінку.

Таким чином, для підвищення ефективності діяльності в галузі охорони праці, необхідно враховувати показники мотивації та відповідної компетентності персоналу до дотримання вимог охорони праці.

Література:

1. Закон України «Про охорону праці». Редакція від 04.04.2025. Підстава - 4158-IX. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12

2. Мовмига Н.Є. Демідова Ю.Є., Максименко О.А. Ресурсне забезпечення безпеки праці на сучасних підприємствах. Theoretical foundations in research in Engineering: collective monograph / Andrushchak I. – etc. – International Science Group. – Boston: Primedia eLaunch, 2022. 181 p. (p.144-162).

ВИРОБНИЧА ГІМНАСТИКА ЯК ЕФЕКТИВНИЙ ІНСТРУМЕНТ ПРОФІЛАКТИКИ ПРОФЕСІЙНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ У ПРАЦІВНИКІВ ОНЛАЙН-ФОРМАТУ

Ільїнська О. І., Домбровський В. Ю.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В умовах стрімкого зростання віддаленої зайнятості, особливо після пандемії COVID-19, все більше фахівців працюють в онлайн-форматі, проводячи за комп'ютером від 6 до 12 годин на добу. За даними дослідження World Health Organization (2021), малорухливий спосіб життя підвищує ризик серцево-судинних захворювань, порушень опорно-рухового апарату, погіршення зору та розвитку тривожних розладів. Проблема профілактики професійних захворювань в умовах дистанційного режиму набуває особливого значення.

Найбільш доступним, малозатратним і ефективним способом профілактики та корекції негативних наслідків тривалого статичного навантаження є виробнича гімнастика. Цей метод легко адаптується до умов дистанційної роботи та не потребує спеціального обладнання чи виділеного приміщення. Регулярне виконання коротких комплексів вправ знижує м'язову напругу, покращує кровообіг, підвищує психоемоційний фон і загальну працездатність. Переваги виробничої гімнастики для онлайн-працівників: доступність (не потребує обладнання та значних витрат часу), простота інтеграції в робочий графік (комплекси з 5–7 хвилин), позитивний вплив на опорно-руховий апарат, серцево-судинну систему та психоемоційний стан, можливість організації корпоративних онлайн-зарядок. Недоліки: потребує самодисципліни та регулярності, низький рівень мотивації у персоналу без зовнішнього контролю, обмежена дія: не замінює повноцінну фізичну активність поза робочим часом.

Напрями вправ виробничої гімнастики для працівників за комп'ютером: вправи для очей: гімнастика за методикою Bates або Palming, фокусування погляду на віддалених об'єктах; вправи для шиї та плечового пояса; вправи для спини та попереку; вправи для рук і кистей: обертання зап'ястями, стискання-розтискання пальців; дихальні вправи: техніки дихальної релаксації, чергування глибоких вдихів і повільних видихів.

Виробнича гімнастика залишається найбільш доступним, універсальним і практично реалізованим методом профілактики професійних захворювань в умовах онлайн-роботи. Запровадження систематичних онлайн-комплексів фізкультпауз дозволить знизити ризики професійних захворювань, підвищити працездатність і покращити якість життя працівників. Для досягнення сталого ефекту необхідний розвиток корпоративних програм та підвищення мотивації персоналу.

Література:

1. World Health Organization. (2021). Physical activity factsheets for the 28 European Union Member States of the WHO European Region.

2. Cheung, D. S. K., et al. (2022). Effects of workplace physical activity interventions on musculoskeletal disorders in sedentary workers. IJERPH, 19(4), 2260.

3. Andersen, L. L., et al. (2020). Effectiveness of physical exercise interventions on work-related outcomes in office workers. Journal of Occupational Health, 62(1), e12170.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОСОБИСТОЇ БЕЗПЕКИ В УМОВАХ НАДЗВИЧАЙНОЇ СИТУАЦІЇ

Мовмига Н.Є., Демідова Ю.Є., Субота І.А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

На жаль, надзвичайні ситуації є частиною нашого повсякденного життя, коли діяльність здійснюється в надзвичайних та небезпечних для людини умовах, подолання яких вимагає високого рівня фізичної, психічної, моральної підготовки особи. Коли людина потрапляє в надзвичайні обставини, в такій ситуації виникає стресовий стан, що викликає збудження усіх систем організму і робить значний вплив на поведінку і працездатність.

Змістом готовності людини до діяльності в надзвичайних ситуаціях є психічний стан людини, сила і стійкість нервової системи, попередній досвід дій в подібних ситуаціях. Ці й інші чинники визначають готовність до усвідомлених, упевнених і обачливих дій у більшості критичних ситуацій. Вони можуть підвищувати або знижувати активність діяльності. Мірою досвіду діяльності, придбаного людиною в надзвичайних ситуаціях або в ході практичної підготовки до них, виступає психічний стан «готовність».

Щоб уникнути негативних пригнічених станів та сприяти формуванню психічного стану «готовність», необхідно зробити наступні кроки:

– щоб ослабити негативну дію на людину, потрібні постійна підготовка до дій в надзвичайних ситуаціях, формування психічної стійкості, виховання волі. Основним змістом психологічної підготовки є вироблення і закріплення необхідних психологічних якостей;

– особливого значення набуває підготовка колективів - усіх працівників підприємств, організацій і установ до підвищення стійкості, до психологічних навантажень, розвитку витривалості, самовладання, неухильного прагнення до виконання поставлених завдань, розвитку взаємовиручки і взаємодії;

– велике значення мають знання та підготовка кожного громадянина до правильного та грамотного реагування та надання першої допомоги в умовах надзвичайної ситуації.

Таким чином, на сьогодні рівень психологічної підготовки людей – це один з найважливіших чинників, що обумовлює ефективну протидію надзвичайним ситуаціям та їх наслідкам.

Література.

1. Особистість в екстремальних умовах: матеріали XI Всеукраїнської науково-практичної конференції (24 травня 2024 р., м. Львів). Львів, 2024. 244с.

2. Особистість як суб'єкт подолання кризових ситуацій: психологічна теорія і практика: монографія / за ред. С.Д. Максименка, С.Б. Кузікової, В.Л. Зливкова. – Суми: Вид-во СумДПУ ім. А.С. Макаренка, 2017. – 540с.

СЕКЦІЯ 2
АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ МЕХАНІЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ І ТРАНСПОРТУ

2.5 РОЗБУДОВА ОБОРОНОЗДАТНОСТІ УКРАЇНИ

СПОСІБ ВИГОТОВЛЕННЯ СТВОЛУ ДЛЯ AR-15 МЕТОДОМ КУВАННЯ: ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ОПТИМІЗАЦІЇ

Барановський О. Л.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У роботі представлено технологічний аналіз процесу виготовлення ствола для гвинтівки типу AR-15 методом кування з наступною термічною та механічною обробкою. Базуючись на аналізі сучасних практик, було розглянуто повний цикл виробництва: від вибору марки сталі (4140, 4150 або 416R) до контрольних випробувань готового виробу.

Основна увага приділяється куванню як ключовому етапу формування ствола. Встановлено, що оптимальна температура нагріву заготовки становить близько 1200°C, при цьому тиск у штампі сягає 2000–4000 кг/см² (відповідно до НД). Такий режим забезпечує необхідну щільність матеріалу та зниження залишкових напружень, що сприяє підвищенню ресурсу готового виробу. Подальша термообробка, що включає гартування до твердості 28–32 HRC із подальшим відпуском при 500°C, забезпечує необхідні експлуатаційні характеристики. Механічна обробка включає свердління каналу Ø5.5–5.6 мм, нарізку нарізів з кроком 1:7 дюймів, хонінг, полірування [3].

Проведено попередній патентний пошук у міжнародній класифікації МПК за кодом F41A 21/00, що охоплює конструкцію та способи виготовлення стволів стрілецької зброї [1]. Саме цей код був визначений як найвідповідніший тематиці дослідження на основі офіційного ресурсу Міжнародної патентної класифікації [1]. Аналіз наявних патентів дозволив виявити кілька технічних рішень, що частково перетинаються з описаним підходом, але не охоплюють специфіку використання кування з заданими параметрами.

Контроль якості на завершальному етапі виробництва включає перевірку геометричних параметрів, твердості та стану каналу. Перспективи вдосконалення полягають у впровадженні автоматизованого контролю параметрів кування, що дозволить досягти більшої стабільності якості. Запропонований підхід може бути корисними для виробників, які шукають шляхи оптимізації своїх технологічних процесів, і захищений як корисна модель у межах чинного патентного законодавства України [2].

Література:

1. База Міжнародної патентної класифікації. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://base.uipv.org/searchINV/

2. Закон України «Про охорону прав на винаходи і корисні моделі». [Електронний ресурс] – Режим доступу: Про охорону прав на винаход... | від 15.12.1993 № 3687-XII

3. SAAMI Z299.3, Voluntary Industry Performance Standards for Pressure and Velocity of Centerfire Pistol and Revolver Ammunition. [Електронний ресурс] – Режим доступу: SAAMI Z299.3-2022 - CFP&R Ammunition.

ПІСЛЯРЕГЕНЕРАЦІЙНИЙ ПЕРІОД ЕКСПЛУАТАЦІЇ НІТРОЦЕЛЮЛОЗНИХ ВИСОКОМОЛЕКУЛЯРНИХ СПОЛУК ТА ПРОГНОЗ ЙОГО ТРИВАЛОСТІ

Баулін Д. С.

Національна академія Національної гвардії України, м. Харків

Одним із завдань, пов'язаних із проблемою зберігання нітроцелюлозних високомолекулярних сполук – нітроцелюлозних порохів, є можливість прогнозування зміни їх властивостей на різних етапах у часі. Найважливішим показником зміни їх властивостей є зниження початкової швидкості снаряда. За цим показником оцінюється зміна балістичних показників озброєння. У доступних джерелах, присвячених експлуатації нітроцелюлозних порохів, є дані про вплив характеристик порохів на балістичні характеристики та матеріальну частину озброєння. Однак даних про регенерацію та відновлення властивостей порохів у літературі не виявлено. Очевидно, це пов'язано з тим, що не допускалося тривале зберігання боєприпасів шляхом їхньої планової ротації у визначені терміни. Але навіть у збройних силах розвинених країн є досить великі запаси порохових зарядів, які вимагають певних дій, пов'язаних з їхньою утилізацією чи регенерацією, оскільки терміни їх зберігання дуже великі.

У зв'язку з цим визначення найбільш доцільних термінів відновлення властивостей нітроцелюлозних порохів тривалих термінів зберігання для отримання найкращого ефекту є актуальною задачею.

Показано принципову можливість відновлення балістичних та енергетичних характеристик нітроцелюлозних порохів шляхом обробки їх перекисом водню. Прогнозування змін характеристик порохового заряду – одне із завдань, пов'язаних із проблемою експлуатації боєприпасів. На різних термінах зберігання найважливішим показником змін властивостей порохового заряду є показник початкової швидкості снаряда. За результатами прогнозу, на основі даних про проведену регенерацію, маса пороху збільшиться, що, у свою чергу, призводить до підвищення початкової швидкості до 5%. Цей результат дозволить збільшити термін експлуатації нітроцелюлозних порохів на 9-12 років додатково.

На підставі проведених досліджень та розробленого методу регенерації у моделі їх життєвого циклу спрогнозовано раціональний термін проведення регенерації перекисом водню. Запроваджено післярегенераційний період, як нова складова моделі життєвого циклу нітроцелюлозних порохів. Він коливатиметься для різних партій порохів, але, з достатньою ймовірністю, його тимчасові рамки можна визначити у 25-27 років. У літературних джерелах є дані про можливість проведення регенерації нітроцелюлозних порохових зарядів для відновлення їх макрохарактеристик. За оцінками регенерація нітроцелюлозних порохових зарядів дає збільшення маси заряду ≈ 3%. Існує теоретична можливість довести ефект від регенерації до 5%, що дозволить відновити властивості нітроцелюлозних порохових зарядів до рівня показника гарантійного періоду та подальший час експлуатації може бути продовжений до ~ 50-52 років.

УЗАГАЛЬНЕНА ДЕКОМПОЗИЦІЯ ТРАНСМІСІЙ ВІЙСЬКОВИХ КОЛІСНИХ МАШИН ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЙМОВІРНОСТІ БЕЗВІДМОВНОЇ РОБОТИ

Бондаренко О. В.[1], Устиненко О. В.[1], Протасов Р. В.[2], Клочков І. Є.[1], Добрякова А. С.[1], Прокопов А. Є.[1], Андрієнко С. В.[3]

[1]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

[2]Словацький технічний університет у Братиславі, м. Братислава, Словаччина

[3]Харківський Національний автомобільно-дорожній університет, м. Харків

Для якісного формулювання завдання раціонального проєктування комплексу елементів механічної ступінчастої трансмісії колісної бронемашини, а також для безпомилкового формування атрибутів задачі, необхідно здійснити перехід від реального об'єкта до його структурної схеми. Такий перехід зручно робити через кінематичну схему об'єкта та структурну схему трансмісії до структурно-логічної схеми. Кінематична схема інколи є надлишковою для формулювання постановки задачі раціонального проєктування, не дає повного розуміння структури, а також обмежує коло пошуку розв'язків. Тому зручно здійснити перехід до структурної схеми.

Актуальність науково-практичної задачі розробки методу узагальненої декомпозиції трансмісій військових колісних машин для визначення ймовірності безвідмовної роботи є беззаперечною.

Визначальними є основні категорії, для яких введено поняття «логічний елемент», сформовано ланцюг ієрархічних відносин між основними категоріями. Це дає змогу максимально спростити та формалізувати підхід до побудови моделі раціонального проєктування трансмісій військових колісних машин, бо категорії «логічний елемент» та «механізм» пов'язані з цільовими функціями (критеріями) та обмеженнями, а категорія «деталь» пов'язана з параметрами проєктування та обмеженнями. Сформовано лаконізований перелік структурно-логічних елементів, який дає змогу при декомпозиції замінити як самостійно прості, так і сукупно від розділення складних, конструктивні агрегати. Наведення прикладів проведення декомпозиції трансмісій військових колісних машин наочно демонструє запропонований підхід.

Для типових конструктивних схем структурно-логічних елементів надано структурно-логічні схеми. Це дає змогу, спираючись на положення теорії надійності технічних систем, сформувати залежності вірогідностей безвідмовної роботи кожного структурно-логічного елемента з подальшою композицією у загальну (комплексну) цільову функцію вірогідності безвідмовної роботи трансмісійної системи.

ДО ПИТАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ІГРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ЗАДАЧ ПРОЄКТУВАННЯ, АНАЛІЗУ, СИНТЕЗУ ТА СТАТИСТИКИ У ПРОЦЕСІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

Васильєв А. Ю.[1], Голтвяниця О. С.[1], Вейлер В. С.[1], Куценко С. В.[2]

[1]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

[2]Національна академія Національної гвардії України, м. Харків

Розвиток ігрової індустрії призвів до того, що поточний рівень фізичної реалістичності та можливості з симуляції фізичних процесів знаходяться вже на рівні, що може бути порівняний з тим, який був стандартом де-факто в індустрії проєктування 10-20 років тому. Це надає можливість використання цих інструментів в оперативному аналізі технічних та тактичних питань щодо використання військової броньованої та неброньованої техніки.

Окрім того, стосовно суто технічних питань, що зав'язані на можливості сучасних фізичних рушіїв, сучасні ігри дозволяють збирати величезні масив статистичних даних та поведінкових метрик та симуляції випадкових процесів за рахунок поєднання користувачів та штучного інтелекту у багатокористувацьких режимах. Статистичні методи (наприклад, метод Монте-Карло) давно використовуються для наближеної оцінки ймовірності різних процесів. Проте використання таких методів є дуже ресурсоємним і вибагливим до обчислювальних ресурсів. Використання ж ігрових рушіїв дозволяє розпаралелити процес та частково перекласти питання ресурсів на плечі гравців-користувачів. Адекватність же закладених алгоритмів, вірогіднісних характеристик, припущень та гіпотез можна оцінити шляхом зіставлення результатів віртуальних експериментів із реальними подіями. Це дозволяє не тільки перевірити коректність моделювання, але і вдосконалити алгоритми, в тому числі алгоритми ухвалення рішень.

Таким чином, використання ігрових технологій у процесі проєктних досліджень має низку важливих переваг. *По-перше*, реалізм сучасних фізичних рушіїв дозволяє швидко оцінити життєздатність інженерних чи тактичних рішень на рівні адекватності, що є не гіршим за складні натурні та числові експерименти у CAE програмах, які робилися 10-20 років тому. *По-друге*, ігрові середовища можуть бути цінним при статистичному аналізі поведінки як техніки, так і людей. *По-третє*, ігрові інтерфейси здебільшого орієнтовані на зручність користувачів, що забезпечує низький поріг входження. Це надає можливість використання широким колом користувачів та дослідників для задач симуляції та прототипування, без заглиблення у тонкощі та складні інтерфейси професійних програм.

Таким чином, ігрові платформи можуть стати важливим інструментом вирішення задач аналізу та синтезу у проєктуванні.

ДИНАМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ БРОНЕКОРПУСІВ ЛЕГКОБРОНЬОВАНИХ МАШИН ЗА ВАРІЮВАННЯ СТРУКТУРИ І РОЗМІРІВ ОКРЕМИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Васильєв А. Ю., Грабовський А. В., Льозний О. С., Ткачук М. М., Троценко В. В., Ткачук М. А., Храмцова І. Я.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

На бронекорпуси легкоброньованих машин у сучасних умовах діє множина динамічних збурень, зумовлених реактивними силами віддачі при здійсненні пострілів із власного озброєння, вагою та інерційними силами окремих складових, а також силами від систем підресорювання при русі на місцевості. Відповідно, бронекорпус, який є складною механічною системою, підлягає дії динамічних збурень, які мають складний розподіл у просторі та у часі. Ці збурення мають різний спектральний склад. Отже, потребують аналізу амплітудно-частотні характеристики, які відображають реакцію досліджуваного бронекорпусу над дію різних чинників. Із урахуванням складності досліджуваного об'єкту, а також багатофакторності варійованих чинників, виникає складна задача аналізу динамічних характеристик бронекорпусів легкоброньованих машин: власних частот і форм коливань, амплітудно-частотних характеристик, співставлення зі спектром зовнішніх збурень тощо. Окрім того, на розвиток цієї задачі аналізу потрібно також визначати чутливість спектрів власних частот і форм коливань до збурення окремих параметрів (бронекорпусу чи зовнішнього впливу тощо). На завершення, може виникати потреба у відлаштуванні спектрів власних частот і форм коливань від небезпечних режимів збудження (резонанс, ударний резонанс, білярезонансне збудження) за рахунок варіювання структури і параметрів бронекорпусів легкоброньованих машин.

Із цією метою було залучено варіаційний принцип Релея, який було удосконалено та адаптовано до аналізу динамічних характеристик бронекорпусів легкоброньованих машин. На відміну від традиційного варіанту цього принципу, у структуру функціоналу, що будується, інтегруються як узагальнені варійовані параметри структура бронекорпуса легкоброньованої машини і властивості окремих елементів (товщини, форма і розміри у плані, матеріал тощо). Це дає можливість визначати не тільки спектри власних частоти форм коливань, але й їх чутливість до варіювання окремих узагальнених параметрів чи їх груп, а вже на цій основі створювати алгоритми пошуку раціональних технічних рішень бронекорпусів за критеріями відлаштування від небезпечних режимів збудження.

Розроблені моделі та методи досліджень отримали чисельну реалізацію у вигляді спеціалізованого програмно-модельного комплексу із залученням систем скінченно-елементного моделювання.

Цей комплекс було відпрацьовано на множині тестових об'єктів (бронепанелі, макети, натурні бронекорпуси легкоброньованих машин).

ДО ПИТАННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ВИКОРИСТАННЯ ІГРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ВИРІШЕННІ ПРОЄКТНИХ ЗАДАЧ АНАЛІЗУ ТА СИНТЕЗУ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

Васильєв А. Ю.[1], Куценко С. В.[2]
[1]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків
[2]Національна академія Національної гвардії України, м. Харків

Одним із ключових аспектів сучасних ігрових рушіїв, таких як **4AEngine**, **Autodesk Stingray** (Bitsquid) **Blender Game Engine**, **Blend4Web**, **Buildbox**, **c4 Engine**, **Creation Engine**, **CryEngine**, **Godot**, **libGDX**, **OGRE**, **OpenSimulator**, **Panda3D**, **Torque**, **Unity, Unreal Engine, DS Virtools** та багатьох інших, є високий рівень гнучкості у налаштуванні візуалізації та розрахунках фізичних процесів.

Більшість рушіїв уже має функціонал з розрахунку динаміки твердих тіл (Rigid Body Dynamics, RBD) включно з питаннями колізій, як однієї з найбільш частих задач та проблем. Не менш важливим для ігор є візуалізація поведінки потоків повітря та рідин, тому більшість із сучасних рушіїв має вбудовані бібліотеки для розрахунків рідин методами часток Smooth Particle Hydrodynamics (SPH). При відсутності або за умов недостатньої точності для опису окремих процесів на кшталт задач акустики, потоків на високих швидкостях, моделювання розповсюдження вибухових хвиль тощо, є можливість використати сторонні бібліотеки включно із відкритими CAE для моделювання таких процесів. Не менш важливим є спроби інтеграції в ігрові рушії механічних розрахунків на міцність та жорсткість завдяки спрощеним варіаціям методу скінченних елементів (Finite Element Method, FEM) або іншим методам, які в M&E індустрії часто узагальнюються терміном Soft-Body Physics. Прикладом можуть бути FEMFX від компанії *AMD* чи PhysX від Nvidia. Хоча їхні можливості та точність суттєво поступаються можливостям передових CAE пакетів (наприклад, ABAQUS, ANSYS, NASTRAN тощо), вони відкривають шлях симуляції фізичних процесів та явищ в інтерактивному середовищі.

Хоча слід зауважити, що при використанні пакетів, не оптимізованих до задач симуляції в режимі реального часу (навіть зі спрощеннями), такий процес може втрати певну частку інтерактивності. Тому в останні роки активно розвивається напрям інтеграції можливостей нейронних мереж – Physics-Informed Neural Networks, наприклад, Nvidia PhysicsNeMo, які повинні вирішити проблему швидкості обчислень**.**

У військовому або інженерному контексті це створює умови для аналізу руху снарядів, поширення уламків чи детальних сценаріїв взаємодії із середовищем. Хоча точність симуляцій в ігрових рушіях може бути меншою, ніж у спеціалізованому інженерному програмному забезпеченні, цього часто вистачає для виконання початкових оцінок, формулювання гіпотез або візуалізації складних процесів.

ПРИКЛАДИ РІШЕНЬ, ЩО ДЕМОНСТРУЮТЬ ПРИДАТНІСТЬ ІГРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ПРОЄКТНИХ ЗАДАЧ АНАЛІЗУ ТА СИНТЕЗУ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

Васильєв А. Ю.[1], Куценко С. В.[2]
[1]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків
[2]Національна академія Національної гвардії України, м. Харків

Поточні ігрові рішення є розвиненими не тільки з технічної сторони, але і зі сторони різноманіття завдань, які вони можуть вирішувати. Серед основних напрямів, які приносять найбільше користі і є найближчими до задач аналізу та синтезу озброєння та військової техніки, можна відзначити різноманітні симулятори та навчальні посібники. Візьмемо для прикладу спеціалізовані неігрові симулятор для військового або інженерного навчання: **JCATS (Joint Conflict and Tactical Simulator) та VBS (Virtual Battlespace). JCATS** є симулятором для задач тренування командного складу шляхом дослідження та імітації різноманітних бойових сценаріїв. VBS є інструментом, орієнтованим на більш широкі питання професійної підготовки військових. Обидва забезпечують реалістичні ландшафти, точні моделі озброєння та механіки тактичних взаємодій.

У той же час їх «ігровими аналогами» певною мірою можна вважати ігри **Arma 3, World of Tanks**, **War Thunder, Armored Brigade**, **Steel Beasts Pro**. Деякі з таких ігор створені на платформах тактичних симуляторів НАТО (Arma 3 на рушії VBS). Інші не мають такої переваги, але мають реалізації не менш реалістичних можливостей.

Іншим класом є симулятори поведінки транспортних засобів, окремих елементів озброєння, дронів тощо. Серед них можна відзначити – **FPV Skydive, BeamNG, MudRunner, Mudness Offroad, OVERPASS, Insane 2, Offroad Mechanic Simulator,** в яких часто реалізована наближена до реальності фізика руху, в тому числі у складних умовах. Для авто це – бездоріжжя, рух у глибокій воді, снігу тощо. Для дронів – політ у складних метрологічних умовах в лісі або у приміщенні. У тому числі в них реалізовані моделі зіткнень та пошкоджень (з урахуванням руйнації елементів). Зазвичай їх використовують для оволодіння та підвищення навичками керування, але схожі розробки можуть бути корисними і при вирішення проєктних завдань.

Серед українських розробників схожих рішень можна відзначити компанії СкіфТех, Логіка, Страта22, Енергія 2000, БМС Техно та Logics7.

Не менш важливим можна назвати і ігри та інтерактивні енциклопедії, що містять детальну інформацію щодо окремих типів розробок. Як, наприклад, **Gunsmith Simulator** – інструмент, що дозволяє відпрацьовувати навички проєктування й удосконалення стрілецької зброї.

Проте слід зазначити, що незважаючи на наявне різноманіття, для розв'язання конкретних задач потрібно розробляти окреме рішення із використанням сучасних ігрових технологій, щоб задовольнити всі потреби.

АНАЛІЗ МЕТОДИК ПОРІВНЯЛЬНОЇ ОЦІНКИ ЗРАЗКІВ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

Веретенніков Є. О., Дудка О. Б.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

З початку повномасштабного вторгнення до ЗСУ надійшла велика кількість військової техніки різного призначення від іноземних партнерів. При цьому техніка одного і того ж призначення надходила від різних країн, а отже, і від різних виробників. Таким чином, є декілька типів машин, які виконують одні і ті самі функції, але мають певні відмінності у своїй конструкції та тактико-технічних характеристиках (ТТХ). Варто також відзначити, що машини від однієї країни та одного виробника поставлялися в різних модифікаціях, кількість яких може доходити до десятків. При цьому модифікації були розроблені в різні роки, отже, мають різний ступінь складності конструкції та різні ТТХ. До цієї кількості варто додати модифікації, поставлені від інших країн, які також мають свої особливості. Таким чином, у ЗСУ з'явилася велика кількість машин одного призначення, які є схожими за конструкцією, але кожна з них при проведенні технічного обслуговування та ремонту потребують своєї номенклатури запчастин. Це значно ускладнює логістику та уповільнює процес відновлення та капітального ремонту техніки. Крім того, варто відзначити складність процесу отримання запасних частин від іноземних партнерів, яка викликана на лише виготовленням та доставкою запчастин, але й іноді – політичною волею керівництва країн-партнерів. Таким чином, постає питання вибору однієї або декількох базових машин, до конструкції яких потрібно наблизити інші машини цього сімейства для спрощення логістики технічного обслуговування та ремонту.

Таким чином, робота присвячена аналізу методик вибору оптимального зразка військової техніки іноземного виробництва. Більшість сучасних методик [1, 2], які дозволяють проводити порівняльний аналіз зразків військової техніки, засновані на тому, що існує певна кількість моделей машин одного призначення, які виробляються в Україні. Звичайно, найбільша увага у цих методиках приділена ТТХ цих машин і дещо менша увага – економічній складовій. При цьому увага вибору зразків іноземної техніки майже не приділена. Хоча в цьому випадку також потрібно брати до уваги доступність запчастин, можливість їх виробництва на підприємствах України, відповідність вузлів та деталей ДСТУ та багато інших факторів, які впливають на можливість використання зразка. Крім того, за 3 роки війни вже накопичена інформація від військових щодо застосування кожного зі зразків безпосередньо у бойових умовах, яку також потрібно враховувати при виборі найкращої модифікації.

Література:

1. *Нор, П. І.* Методика оцінки технічного рівня зразків озброєння та військової техніки. [Текст] / *П. І. Нор, С. В. Кручінін, О. Д.Мельник, В. А. Єфіменко.* // Збірник наук. праць / ЦНДІ ОВТ ЗСУ. – Вип. 22. – К. : ЦНДІ ОВТ ЗСУ, 2009. – С. 74–82.

2. *Єфіменко, В. А.* Основні технічні показники оцінки ефективності парків озброєння та військової техніки збройних сил [Текст] / *В. А. Єфіменко, П. І. Нор, А. Ю. Гупало* // Збірник наук. праць / ЦНДІ ОВТ ЗСУ. – Вип. 22. – К. : ЦНДІ ОВТ ЗСУ, 2012. – С. 87–98.

ЕЛЕКТРОДИНАМІЧНІ МЕТОДИ РОЗРАХУНКУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ, РОЗСІЯНОГО КОМБІНОВАНИМ ОБ'ЄКТОМ З УРАХУВАННЯМ ВЗАЄМОДІЇ МЕТАЛЕВИХ І ДІЕЛЕКТРИЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЇ

Горєлишев С. А.[1], Залевський Г. С.[2]

[1]Національна академія Національної гвардії України, м. Харків

[2]Харківський Національний університет Повітряних Сил, м. Харків

Комбінований об'єкт звичайно є об'єктом складної форми, що має як металеві, так і діелектричні елементи конструкції. Електромагнітне поле (ЕМП), яке розсіяне комбінованим об'єктом, у метровому і дециметровому діапазонах довжин хвиль може бути розрахованим як когерентна сума полів, розсіяних його елементами. Для обчисленні щільності електричного струму на поверхнях металевих елементах конструкції комбінованого об'єкту запропоновано метод інтегральних рівнянь магнітного поля (ІРМП). У випадку резонансних діелектричних елементів запропоновано електродинамічний метод розрахунку ЕМП, заснований на розв'язанні системи інтегральних рівнянь Мюллера (СІРМ). Для врахування електромагнітної взаємодії елементів конструкції необхідно застосовувати ітераційний метод. Первинне ЕМП опромінює металеві та діелектричні компоненти та збуджує на їх поверхнях поверхневі струми. Розсіяне ЕМП поле від кожного компонента структури створює додаткове опромінення (крім первинного поля) відповідних компонентів. Це призводить до виникнення додаткових поверхневих струмів на компонентах структури комбінованого об'єкта. Цей процес переопромінення відбувається до того часу поки поверхневі струми на металевої і діелектричної компонентах не встановлюються.

Розрахунок характеристик розсіювання комбінованого об'єкту, який у своєму складу має діелектричну оболонку малої товщини, металеві та діелектричні елементи конструкції, що розміщені усередині, є більш складної задачею електродинаміки. У цьому випадку комбінований об'єкт буде представленими у вигляді сукупності електрично великих розсіювачів (оболонка) та елементів резонансних розмірів (внутрішні елементи). Для обчислення ЕМП, розсіяного електричне великою діелектричною оболонкою, застосовується асимптотичний високочастотний метод (АВЧМ). Для елементів резонансних розмірів, які знаходяться всередині оболонки, доцільно застосовувати ітераційний метод розрахунку, що ґрунтується методах ІРМП та СІРМ. В якості первинного поля для внутрішніх елементів резонансних розмірів будемо використовувати ЕМП, що пройшло скрізь діелектричну оболонку. Це ЕМП наближено можна уявити (в променевому трактуванні) у вигляді суми двох полів: поля, що пройшло через діелектричну оболонку і потрапило на поверхню внутрішніх елементів та одноразово перевідбитого внутрішньою поверхнею діелектричної оболонки. Сумарне розсіяне ЕМП можливо представити у вигляді суми ЕМП розсіяного оболонкою та ЕМП розсіяного сукупністю металевих та діелектричних компонентів з урахування їх взаємодії. Для розсіяного ЕМП внутрішніх компонентів комбінованого об'єкту після ітерацій необхідно врахувати проходження скрізь діелектричну оболонку.

ПІДВИЩЕННЯ МІЦНОСТІ ТА ЗАХИЩЕНОСТІ БРОНЕКОРПУСІВ ЛЕГКОБРОНЬОВАНИХ МАШИН ЗАСТОСУВАННЯМ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Грабовський А. В.[1], Ткачук М. М.[1], Васильєв А. Ю.[1], Ткачук М. А.[1], Троценко В. В.[1], Набоков А. В.[1], Богач А. С.[2], Льозний О. С.[1], Марусенко С. І.[1]

[1]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, [2]Збройні Сили України

Бойові дії у сучасних умовах характеризується, з одного боку, необхідністю застосування легкоброньованих машин – ЛБМ (БМД, БМП, БТР), а з іншого боку – різким підвищенням можливостей засобів їх ураження. Це стосується у першу чергу бронекорпусів ЛБМ, які є основним силовим та захисним елементом їх конструкцій. Відповідно, традиційні рішення бронекорпусів у вигляді просторових пластинчасто-стержневих зварних конструкцій починають не задовольняти вимогам міцності та захищеності. Своєю чергою, це спонукає шукати нові технічні рішення, серед яких привертають увагу ті, у яких задіяні композитні структури. Це, зокрема, додаткове зовнішнє бронювання, наприклад, установленням керамічних накладок. Крім того, як варіант, – застосування багатошарових композитних структур, наприклад, «сендвіч»-бронепанелей, які поєднують шари із бронесталі, кераміки, пластику тощо. При цьому змінюються і захисні властивості отримуваних конструкцій, і їхні жорсткісні та міцнісні характеристики.

Для дослідження впливу варійованих проєктно-технологічних рішень пропонованих конструкцій бронекорпусів ЛБМ необхідно розробляти математичні моделі їх напружено-деформованого стану та руйнування під дією силових навантажень та чинників ураження. Ці моделі суттєво відрізняються від випадків застосування гомогенних матеріалів. Більш того, бажано, щоби вони забезпечували не тільки розв'язання задач аналізу напружено-деформованого стану чи руйнування елементів бронекорпусу ЛБМ, але й давали можливість шляхом цілеспрямованого варіювання структури і параметрів його елементів визначати такі технічні рішення, які дають виграш із точки зору міцності, жорсткості та захищеності. Окрім того, від таких моделей вимагається можливість застосування сучасних методів моделювання із використанням комп'ютерних засобів обчислень. Математичні моделі та засоби досліджень, що відповідають зазначеним вимогам, були створені на основі адаптації та розвитку методів теорії пружності, механіки руйнування, узагальненого параметричного моделювання та скінченних елементів. Розроблений спеціалізований програмно-модельний комплекс дає можливість визначати міцність та захищеність окремих елементів та у цілому бронекорпусів ЛБМ. Крім цього, можливо також визначати чутливість поточного варіанту технічного рішення елемента чи конструкції бронекорпусу до варіювання їх структури і параметрів. На розвиток, це дає можливість цілеспрямованого поліпшення поточних технічних рішень елементів бронекорпусів та їхніх конструкцій у цілому за критеріями міцності, жорсткості та захищеності. Розроблений комплекс методів і моделей застосований до потреб проєктування бронекорпусів реальних ЛБМ і продемонстрував працездатність та ефективність при розв'язанні прикладних задач.

КОНЦЕПЦІЯ ЗАСТОСУВАННЯ ГІБРИДНОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО ПРИВОДУ НА БОЙОВИХ БРОНЬОВАНИХ МАШИНАХ

Гращенков Г. П., Зорькін М. Є., Нефьодов А. В., Решетіло Є. І., Стрімовський С. В., Фолунін С. О.

Державне підприємство «Харківське конструкторське бюро з машинобудування імені О.О. Морозова», м. Харків

Технологія гібридного електричного приводу (ГЕП) досягла зрілості у світі. ГЕП є компромісним рішенням для усунення таких недоліків суто електричного приводу, як значна маса акумуляторів та необхідність їхньої тривалої зарядки, недостатньо розвинена інфраструктура зарядних станцій або відсутність електромереж на полі бою та недостатня дальність пробігу. Наявність на борту виробу двох джерел енергії у вигляді дизель-генераторної установки та блоку накопичувачів електроенергії (БНЕ) дозволяє встановлювати високоенергоємні потужні електричні бойові системи. Залежно від вимог ситуації, машина може переключатися в різні режими роботи: працювати тільки на дизель-генераторній установці, працювати тільки на БНЕ або їхня спільна робота.

Якщо виконати гусеничну машину аналогічно схемам ходової частини «Scammell Pioneer» (тільки 8х8 замість 6х4) або «Twister», але з використанням розподіленої електромеханічної трансмісії на основі мотор-колес/котків, це не лише спростить конструкцію (за рахунок ліквідації карданних передач, мостів та роздавальної коробки), а також покращить додатково всі показники рухливості: швидкохідність, прохідність, безступеневе регулювання швидкості і радіусу повороту. Можливість дуже плавного нарощування підведеної потужності забезпечує максимальні тягові якості машини без зриву ґрунту при рушанні, що важливо в умовах руху по м'яких ґрунтах, а також при підйомі вгору.

Окремо можна виділити можливості безшумного руху за рахунок накопичувачів енергії, а спрощена система управління полегшує керування транспортним засобом, що забезпечує можливість управління машиною будь-яким членом екіпажу, в тому числі дистанційно. Крім того, система управління забезпечує можливість руху з частково пошкодженими елементами ходової частини і відсутніми гусеничними стрічками.

Для військових машин найбільш перспективним напрямком є використання мотор-коліс/котків, в яких поєднані тягові електродвигуни (ТЕД), колісні редуктори, механічні гальма. Причому мотор-колеса/котки можуть бути безредукторними, з одноступінчастими або двоступінчастими редукторами в залежності від ваги машини та характеристик ТЕД, який застосовується.

Запропонована концепція побудови бойових машин може бути рекомендована для використання під час проєктування військової техніки спеціального призначення. Конструкторський та виробничий потенціал України дозволяє виготовити дослідні та серійні зразки з використанням як вітчизняних, так і імпортних комплектуючих.

ДО ПИТАННЯ МОДЕРНІЗАЦІЇ ПНЕВМОСИСТЕМИ БОЙОВИХ БРОНЬОВАНИХ МАШИН ІЗ КОЛІСНОЮ ФОРМУЛОЮ 8х8

Гращенков Г. П., Липовець В. В., Клименко І. В., Зорькін М. Є., Зімін Д. Б.

Державне підприємство «Харківське конструкторське бюро з машинобудування ім. О.О. Морозова », м. Харків

Пневмосистема сучасних бойових броньованих колісних машин із колісною формулою 8х8 є однією із важливих систем у складі виробу, оскільки вона, за рахунок відповідного керування механіком-водієм, забезпечує підтримку необхідного тиску в колесах виробу, в залежності від поточних дорожніх умов (ґрунт, асфальт, пісок, сніг та ін.), а також управління іншими системами, що потребують стисненого повітря (наприклад, керування роздавальною коробкою і гальмівними системами).

До теперішнього часу, пневмосистема бойових броньованих колісних машин із колісною формулою 8х8, як правило, складалась з використанням мідних трубопроводів. Під час тривалої експлуатації, металеві трубки окисляються і забруднюють стиснене повітря продуктами корозії, що негативно впливає на експлуатування системи та виробу в цілому.

На партії виробів була виконана заміна металевих трубопроводів на пластикові. З метою підвищення експлуатаційних характеристик та надійності, у пневмосистемі також були запроваджені: електроклапани виробництва CAMOZZI, новий блок шинних кранів 6х338-990-UA01 на базі сучасних пневморозподільників, додатковий електроклапан для забезпечення автоматичного розблокування стоянкового гальма і повітряні ресивери із внутрішнім покриттям біополімером.

До основних переваг застосування пластикових трубопроводів у пневмосистемі можна віднести наступне:

1. Зменшення забруднення стисненого повітря продуктами корозії, що утворюються в металевих трубопроводах, а також залишками технологічних сумішей, що задіяні в технології виготовлення металевих труб.
2. Використання стандартизованих фітингів, що забезпечують герметичність за рахунок гумових ущільнень.
3. Зменшення моментів затягування нарізних кріплень трубопроводів і, як наслідок, відсутність пошкодження покупних вузлів під час монтажу.
4. Зменшення вартості пневмосистеми приблизно на 64%.
5. Зменшення трудомісткості складання системи за рахунок швидкороз'ємних з'єднань та виключення підгинання трубопроводів.
6. Зменшення маси пневмосистеми виробу в цілому, приблизно, на 30 %.
7. Можливість оперативного ремонту пошкоджень пластикових трубопроводів в польових умовах.

Необхідно відзначити, що завдяки практично повному виключенню продуктів корозії у стисненому повітрі, буде забезпечений більший ресурс безвідмовної роботи вузлів і агрегатів пневмосистеми.

Висновок: для повноцінної оцінки модернізованої пневмосистеми виробу необхідний постійний моніторинг експлуатації виробів, ремонтних робіт і відмов вузлів пневмосистеми. Однак, вже зараз, за результатами експлуатації першої партії виробів, можна стверджувати, що виконані доопрацювання значно покращили конструкцію пневмосистеми виробу та її експлуатаційну надійність.

АНАЛІЗ ЗВ'ЯЗАНИХ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ТА СТАНІВ І МЕТОДІВ СИНТЕЗУ ПРОЄКТНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ЕЛЕМЕНТІВ БОЙОВИХ БРОНЬОВАНИХ МАШИН

Гречка І. П.[1], Голенко С. О.[1], Ткачук М. А.[1],
Грабовський А. В.[1], Хованський С. О.[2]
[1]Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків
[2]Сумський державний університет, м. Суми

Для багатьох елементів бойових броньованих машин важливим чинником при визначенні прогресивних технічних рішень є вплив на їх технічні характеристики форми контактуючих поверхонь та властивостей поверхневих шарів матеріалів, зокрема, елементів гідрооб'ємних передач для перспективних танкових трансмісій та захисних споруд.

Проведено комплексний аналіз зв'язаних фізико-механічних процесів, що виникають у конструктивних елементах бойових броньованих машин (ББМ), а також розглянуто методи синтезу ефективних проєктно-технологічних рішень. Дослідження ґрунтується на багатофакторному підході, що включає чисельне моделювання, лабораторні випробування та системний аналіз впливу зовнішніх навантажень на міцність і довговічність конструкційних та броньових матеріалів та конструкцій.

Визначено основні методи дослідження фізико-механічних станів ББМ, зокрема аналіз впливу механічних, теплових і динамічних навантажень. Автори підкреслюють важливість використання багатофазних матеріалів, що дозволяють значно покращити захисні характеристики конструкційних та броньованих елементів. Окрему увагу приділено питанням балістичної стійкості та ефективності багатошарових броньових структур, здатних забезпечувати оптимальне співвідношення маси та рівня захисту.

Розглянуто перспективні підходи до моделювання впливу вибухових та кінетичних навантажень, що дозволяє прогнозувати поведінку броньових матеріалів у реальних бойових умовах. Використання сучасних алгоритмів чисельного аналізу дозволяє оптимізувати геометричні параметри конструкцій, покращуючи їхню ефективність. Запропоновано застосування інноваційних інженерних рішень, включаючи адаптивні композитні матеріали та елементи з градієнтною структурою.

Синтез проєктно-технологічних рішень базується на системному аналізі взаємодії матеріалів, геометрії конструкцій та умов експлуатації. Представлено стратегії покращення характеристик броньованих машин шляхом оптимізації розподілу маси та застосування новітніх матеріалознавчих підходів. Такі рішення сприяють збільшенню довговічності та маневреності ББМ без зниження рівня захисту.

Отримані результати мають практичне значення для розробки сучасних бойових машин, що відповідають високим стандартам безпеки, мобільності та бойової ефективності. Використання комплексного підходу до аналізу та моделювання фізико-механічних процесів сприятиме створенню конкурентоспроможних броньованих машин нового покоління, здатних ефективно виконувати бойові завдання у складних умовах.

ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ ГІДРООБ'ЄМНИХ ПЕРЕДАЧ ДЛЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ ТАНКОВИХ ТРАНСМІСІЙ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ПРОЦЕСІВ ГІДРОДИНАМІКИ ТА КОНТАКТНОЇ ВЗАЄМОДІЇ

Гречка І. П., Ткачук М. М., Грабовський А. В., Ткачук Г. В., Бібік Д. В., Сєриков В. І., Пінчук Н. В., Ткачук М. А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Для оснащення перспективних вітчизняних танкових трансмісій у ДП «Харківське конструкторське бюро з машинобудування імені О. О. Морозова» розроблена радіальна гідрооб'ємна передача ГОП-900. Характерною особливістю цієї передачі є застосування кулькових поршнів. Ці поршні здійснюють два види рухів: лінійний зворотньо-поступальний уздовж твірних циліндрів, розміщених у роторній частині, а також кочення по біговій доріжці статорного кільця. У зоні спряження кулькового поршня зі стінками циліндра діє сила, яка створює крутний момент, що приводить у дію або насос, або гідромотор. Проте значно вищий рівень діючих сил – у спряженні кулькового поршня зі статором, особливо на стороні високого тиску робочої рідини (оливи). Відповідно, із точки зору міцності першочергове значення має характер розподілу контактного тиску між поршнем та біговою доріжкою, а також інтегральний рівень притискної сили. Тобто, при визначенні напружено-деформованого стану поршня та статорного кільця слід брати до уваги контактну взаємодію у їх спряженні під дією притискної сили, яка залежить від тиску робочої рідини.

Своєю чергою, поточний тиск рідини залежить від гідродинамічних процесів. Протікання цих процесів описується системою рівнянь гідродинаміки. У цілому за характером можна виокремити зону номінального усталеного режиму, коли підпоршнева зона пов'язана із зоною високого тиску. Проте при переході від зони низького тиску до зони високого тиску відбуваються перехідні гідродинамічні процеси, що спричиняє сплески у часових розподілах тиску, а відтак – величини притискної сили. Таким чином, відбувається взаємодія та взаємовплив декількох процесів і станів: кінематика руху кулькового поршня, його динаміка, контактна взаємодія поршня зі статорним кільцем, напружено-деформований стан цих контактуючих елементів, а також гідродинамічні потоки робочої рідини. Відповідно, такі фізичні процеси і стани необхідно поєднати у комплексній математичній та чисельній моделях. Окрім того, із метою визначення раціональних варіантів конструкції гідрооб'ємної передачі її потрібно зробити параметричною.

Така комплексна модель була створена та пройшла відповідну апробацію. Із її залученням здійснена низка досліджень міцності, жорсткості та гідродинамічних процесів тощо. Результати здійснених досліджень покладені в основу при виборі профіля бігової доріжки гідропередачі, матеріалів її елементів та заходів задля попередження надмірних сплесків тиску її робочої рідини.

Дослідження здійснені у рамках проєкту НФДУ 2023.04/0036 « Дослідження та розробка пристрою для відновлення елементів військової техніки шляхом дискретно-континуального зміцнення конструкцій».

ЩОДО ПИТАННЯ ПІДВИЩЕННЯ БРОНЕЗАХИСТУ ВІЙСЬКОВОЇ БРОНЕТЕХНІКИ

Дураченко В. В.[1], Афонський П. В.[1], Анашкін О. А.[1], Власенко В. О.[1], Гречко І. Л.[1], Скляренко О. В.[1], Деревянкін Р. П.[1], Чорнобук С. В.[2], Миронюк О. Ю.[3]

[1]Державне підприємство «Харківське конструкторське бюро з машинобудування імені О.О. Морозова», м. Харків

[2]Державне підприємство спеціалізована зовнішньоторговельна фірма «ПРОГРЕС», м. Харків

[3]Товариство з обмеженою відповідальністю «ХАДО-ХОЛДІНГ», м. Харків

На сьогоднішній день однією з визначних характеристик більшої частини військової техніки, що стоїть на озброєнні української армії, є протистояння сучасному стрілковому та артилерійському озброєнню. Тому на теперішній час стоїть задача підсилення її бронезахисту.

У більшості випадків збільшення товщини гомогенних металевих корпусних бронелистів існуючої військової техніки веде до значного збільшення їхньої маси, що є недоцільним, тому вже кілька десятиліть ведеться розробка та виготовлення більш легких композитних навісних захисних модулів, конструкція яких виготовляється з різного типу матеріалів: кераміка, органопластика, текстиль та метал.

Завдяки унікальності фізико-механічних властивостей керамічні матеріали стають більш привабливими перед металевими бронематеріалами, а тому й більш необхідними для застосування їх у захисті бронетехніки від найнебезпечнішого виду озброєння – бронебійних великокаліберних куль, а також бронебійних снарядів малого калібру (до 30 мм),

Основна дія композитних захисних модулів полягає у дробленні уражуючого снаряду або кулі, подальше відхилення та затримання осколків снаряду (кулі), що утворюються після ураження бронекомплекту.

Конструкційно композитний навісний броньовий модуль складається з керамічного шару композитної броні та є набором дрібних призм правильної геометричної форми, наприклад, шестигранників, що утримуються полімерним компаундом. Це дозволяє зменшити ризик розповсюдження руйнувань броні від уражень. Треба зазначити, що важливо, щоби була забезпечена як живучість та ремонтопридатність самого навісного модуля, так і надійна фіксація його на техніці.

Основними керамічними матеріалами, які входять до складу захисних модулів, є оксид алюмінію, карбід кремнію та карбід бору. Подальшим підвищенням захисних характеристик пластин із керамічним шаром є створення нових композиційних сполук із вищезазначених матеріалів.

На теперішній час ведуться науково-технічні дослідження зі створення нових композиційних матеріалів та технології їх виготовлення для одержання ефективних та недорогих матеріалів для захисту військової техніки.

ДО ПИТАННЯ РЕГУЛЮВАННЯ ЧАСТОТОЮ ОБЕРТАННЯ ВЕНТИЛЯТОРІВ СИСТЕМИ ОХОЛОДЖЕННЯ БРОНЬОВАНОЇ КОЛІСНОЇ МАШИНИ

Жадан В. А., Волосніков С. О., Бондар О. І., Аболонкін Е. І., Приходько О. І.

Державне підприємство «Харківське конструкторське бюро з машинобудування» ім. О.О. Морозова, м. Харків

Сучасні броньовані колісні машини з колісною формулою 8х8, як правило, оснащуються дизельним двигуном внутрішнього згоряння. Надійність та довговічність його роботи значно залежить від стабільності роботи системи охолодження, особливо в умовах експлуатації при високих обертах та в теплу пору року.

Застосування ремінної або карданної передачі від основного двигуна для забезпечення обертання вентиляторів системи охолодження на всіх режимах роботи дизельного двигуна буде призводити до додаткових втрат його потужності, а також до зайвих витрат пального. Таким чином, більш доцільним є забезпечення можливості регулювання частотою обертання вентиляторів системи охолодження в залежності від температури охолоджуючої рідини у контурі.

Теперішний розвиток мікроелектроніки дозволяє розробити та впровадити відповідну систему управління для забезпечення високої точності регулювання частотою обертання вентиляторів системи охолодження, що буде залежати від поточної температури охолоджувальної рідини. Окрім цього, ця система буде здійснювати контроль працездатності датчиків та виконавчих пристроїв, а також мати вбудований самоконтроль. Також необхідно впровадити функцію зупинку вентиляторів системи охолодження при спрацьовуванні систем протипожежного обладнання виробу або механізму зупинки основного двигуна.

Основні задачі та функції, які буде вирішувати система управління:

1. Управління частотою обертання вентиляторів в основних режимах роботи двигуна, а також при здійсненні його зупинки.
2. Обробка сигналів з датчиків (частоти обертання, температури та ін.).
3. Формування струмових сигналів управління в обмотках пропорційних електрогідроклапанів.
4. Формування законів управління частотою обертання вентиляторів системи охолодження в залежності від поточної вхідної інформації з датчиків.
5. Забезпечення регулювання частотою обертання вентиляторів системи шляхом зміни витрат мастила у гідроприводі вентиляторів за рахунок регулювання струму в обмотках електрогідроклапанів регулювання витрат мастила в залежності від поточної температури охолоджувальної рідини.
6. Забезпечення зупинки вентиляторів при здійсненні пуску основного двигуна, а також у разі виникнення аварійних режимів роботи.

Висновок: застосування пропорційних електрогідроклапанів для регулювання витрат мастила в гідроприводі моторів вентиляторів системи охолодження забезпечує точне регулювання частотою обертання моторів вентиляторів в залежності від поточної температури охолоджувальної рідини.

ДО ПИТАННЯ РОЗРАХУНКОВО-ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ З'ЄДНУВАЛЬНИХ ВУЗЛІВ СТЕЛАЖНО-СКЛАДСЬКОГО ОБЛАДНАННЯ НА ЖОРСТКІСТЬ ТА МІЦНІСТЬ

Забара О. С., Любимов М. С. Базікало С. Є., Ткачук М. М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Останніми роками можна відзначити активне зростання виробництва складських стелажних систем як у світі, так і в Україні. Такі системи часто використовуються для зберігання різноманітної продукції на складах, виробничих підприємствах та навіть у різноманітних супермаркетах. Такі конструкції зазвичай є самонесучими та розраховані на великі вертикальні навантаження. Основними елементами конструкції є вертикальні рами з тонкостінних стойок та горизонтальних балок. Стійки кріпляться до бетонного підґрунтя болтовими з'єднаннями, а балки зі стійками – за рахунок зацепів із зубами та системи перфорованих отворів. І якщо геометрія стійок та балок на основні показники жорсткості, міцності, стійкості та несучої здатності впливає досить прогнозовано, то питання дослідження вузлів кріплення та з'єднання є досить проблемним. Моделювання конструкції за спрощеним поданням таких вузлів як абсолютно жорсткого з'єднання чи ідеального шарніру призводить до суттєвої якісної та кількісної похибки в оцінці поведінки конструкції і не може виступати в якості консервативних або наближених методів оцінки.

Таким чином, постає питання визначення конкретної жорсткості вузлів з'єднання стійки та балки та кріплення стійки до бетонного підґрунтя для покращення питання адекватності моделювання поведінки конструкції стелажів у цілому.

Визначити жорсткість вузлів виключно розрахунковим чином не є можливим через фізичну складність процесів, у яких одночасно відбуваються всі основні типи нелінійностей: складна контактна поведінка з наявністю одночасно зазорів та переднатягів, плинна поведінка матеріалів, структурна нелінійність через втрату місцевої стійкості та місцеве руйнування. Експериментальні дослідження, на відміну від розрахункових, надають можливість отримати максимально достовірно, проте є складними для повного всебічного аналізу процесів, що відбуваються при цьому, та для проведення параметричних досліджень. Проте саме проведення параметричних досліджень є важливою частиною, яка дасть можливість визначити не тільки конкретну жорсткість одного окремого вузла, а установити закономірності для всієї лінійки виробів та їх можливих комбінацій у вузли.

Таким чином, запропоновано розрахунково-експериментальний підхід, що поєднує проведення серії натурних експериментів та пошук параметрів чисельних розрахунків, що дасть змогу проводити більш глибокий аналіз процесів та отримувати числові значення жорсткості вузлів для усього спектру найбільш вживаних комбінацій вузлів. У подальшому пропонується перенести методику на розв'язання задачі аналізу та синтезу конструктивних рішень.

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ СУЧАСНИХ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ТА МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕНЬ ТОРСІОННИХ ПІДВІСОК ПРИ ПРОЄКТУВАННІ ЕЛЕМЕНТІВ ЛЕГКОБРОНЬОВАНИХ МАШИН

Зінченко О. І., Дем'янець С. О., Яцковський Є. І.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

На сьогоднішній день не існує адекватних і точних методів для розв'язання задач моделювання торсіонних валів (ТВ) систем підресорювання (СП) легких броньованих машин (ЛБМ). Існує необхідність розробки такого підходу до розв'язання цієї задачі, який би охоплював усі етапи процесу обґрунтування прогресивних технічних рішень елементів СП ЛБМ. Суть такого підходу полягає у врахуванні багатьох факторів. Задача становить неабиякий інтерес, оскільки її розв'язання охоплює багатоваріантні розрахунки напружено-деформованого стану (НДС) із урахуванням пружно-пластичного деформування, контактної взаємодії та історії навантаження.

Варто зазначити, що відомі методи і підходи не працюють для таких тіл, якими є торсіонні вали, оскільки вони мають складну форму. У таких традиційних методах і підходах застосовуються спрощені постановки, які не включають в себе інкрементальні співвідношення, що полягають у формуванні функціоналів у приростеннях компонент НДС та контактного тиску.

Сучасні вимоги до роботи торсіонних валів не дозволяють застосовувати традиційні методи розрахунку ТВ СП ЛБМ. Принциповими недоліками при застосуванні відомих чисельних методів при дослідженні НДС торсіонних валів є той факт, що не приділяється належна увага НДС головки торсіонного вала і галтельного переходу. Також не враховується сумісний вплив на роботу торсіонного вала контактної взаємодії та історії його навантаження.

Теорія варіаційних нерівностей виявляється найбільш придатною для розв'язання задачі. Також необхідна розробка спеціалізованого програмно-модельного комплексу (СПМК), який би був спрямований на розв'язання задачі саме для таких класів об'єктів досліджень як ТВ СП ЛБМ, оскільки відомі методи скінченних елементів та методи граничних елементів не мають спеціалізованих модулів розрахунку ТВ СП. Також залучається теорія узагальненого параметричного моделювання, яка реалізована у вигляді СПМК.

Тобто, можна зробити висновок, що склалося протиріччя між потребами у нових моделях, методах та засобах аналізу та забезпечення певних міцнісних характеристик торсіонних валів систем підресорювання легких броньованих машин, з одного боку, та обмеженими можливостями сучасної науки у цьому напрямку, - з іншого. Таким чином, важливим і актуальним є питання створення передових методів та прогресивних технічних рішень досліджень торсіонних підвісок при проєктуванні елементів ЛБМ.

ОПТИМІЗАЦІЯ ЦИКЛОГРАМ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МАШИН

Зінченко О. І., Дем'янець С. О., Яцковський Є. І.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Циклограма машини відображає послідовність операцій, які виконуються механізмами, і дає можливість визначити стан руху або спокою кожної виконавчої ланки в залежності від положення або часу розподільчого валу.

Питанням циклограмування присвячений ряд робіт видатних вчених, таких як І.І. Артоболевський, С.І. Артоболевський, К.В. Тир, В.А. Юдін, Г.Е. Цейтлін, Б.М. Бажанов, Е.Г. Нахапетян, Д.Я. Ільїнський, Б.М. Мордвин, М.Л. Орликова, В.Т. Бушунов, Л.В. Петракас, Я.Л. Чернявський, К. Петру, Г.О. Маршалкін, Г.А. Шаумян, Б.Є. Горський та ін. Аналізуючи ці роботи, приходимо до висновку, що науково обґрунтовані синтез і аналіз циклограм дозволяють значно підвищити продуктивність роботи машин і автоматів.

Збільшення швидкості машини можна, наприклад, досягти за рахунок розподілу часу циклу між фазами руху механізмів, збільшення відповідних циклових кутів і ущільнення циклограми. Деякі циклограми не дають уяви про технологічну або кінематичну обумовленість спрацювання механізмів, а лише фіксують послідовність спрацювання. Тобто такі циклограми не містять інформації про допустиму її перебудову. Але подання циклограми у вигляді графа дозволяє вирішувати задачі оптимізації і виправлення циклограми. Ці задачі розглядаються спочатку стосовно машин з централізованою системою керування, які містять механізми з кулачковим приводом, для яких можна легко змінювати тривалість окремих фаз руху. Граф-циклограму можна зображати у вигляді, максимально наближеному до вигляду лінійної циклограми. Для цього лінійну циклограму окремого механізму треба розглядати як штучно розірваний замкнений граф роботи механізму.

Оптимізація циклограми пропонує таку її перебудову, в результаті якої буде забезпечена максимальна циклова продуктивність машини. Алгоритм розв'язання задачі оптимізації циклограми базується на припущенні, що відомими є максимально допустимі значення тривалості всіх фаз руху механізмів і деяка фаза руху, яку назвемо «лімітуючою» і її тривалість не можна зменшувати. У такому випадку, оскільки не можна зменшити тривалість цієї фази, то максимізація циклової продуктивності буде зводитися до максимізації фазового кута «лімітуючої» фази. Тривалість «лімітуючої» фази руху визначається або часом виконання деякої технологічної операції, або динамічними навантаженнями. При цьому при перебудові циклограми з метою максимізації фазового кута «лімітуючої» фази не повинні бути порушені ті зв'язки, які задаються граф-циклограмою.

ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ РОЗРОБЛЕНИХ МОДЕЛЕЙ ТА МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ТОРСІОННИХ ВАЛІВ СИСТЕМ ПІДРЕСОРЮВАННЯ ЛЕГКИХ БРОНЬОВАНИХ МАШИН

Зінченко О. І., Дем'янець С. О., Яцковський Є. І.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Із метою розроблення інструменту чисельної реалізації створених моделей та методів дослідження напружено-деформованого стану (НДС) торсіонних валів (ТВ) систем підресорювання легких броньованих машин (ЛБМ) створено спеціалізований програмно-модельний комплекс «Торсіон-ЛБМ». Його структура наведена на рисунку. При реалізації даної структури можливе цілеспрямоване варіювання діаграми деформування матеріалу ТВ (окрім чисельних параметрів $\sigma_T, \sigma_B, \delta$, які представляють межу плинності, тимчасовий опір, межу відносного подовження при розриві, відповідно).

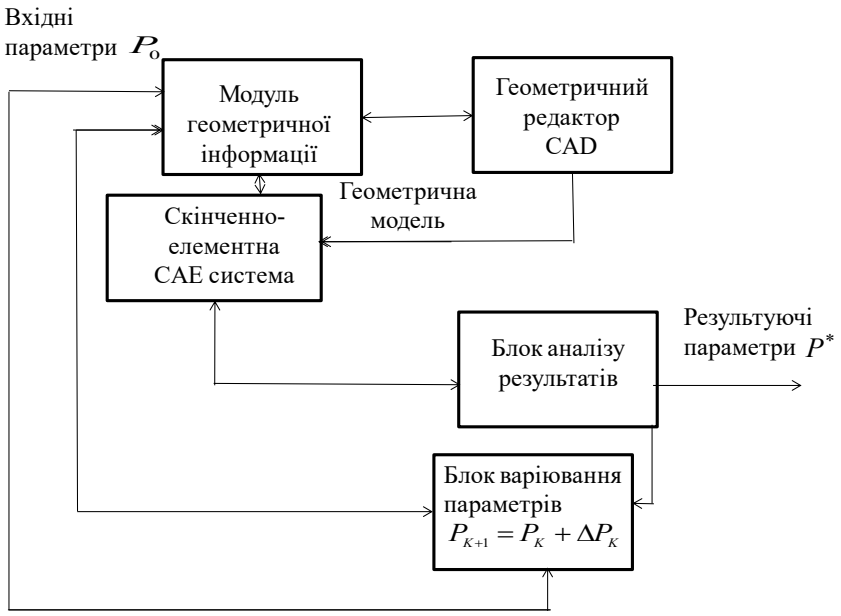


Рисунок – Структура спеціалізованого програмно-модельного комплекса «Торсіон-ЛБМ»

Діаграма деформування матеріалу визначає ділянки течії та зміцнення матеріалу ТВ та її вигляд залежать від хімічного складу, мікроструктури, виду та інтенсивності термічної обробки ТВ тощо. При цьому вплив того чи іншого із перелічених чинників має характер поєднання відомих – недостатньо відомих, детермінованих – стохастичних, бажаних – небажаних тенденцій, причому у їх плинному поєднанні. Більш строго регламентуються саме обмеження на хімічний склад та параметри $\sigma_T, \sigma_B, \delta$. Така модель дослідження НДС ТВ систем підресорювання ЛБМ може бути реалізована чисельно.

НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЙ БОЙОВИХ БРОНЬОВАНИХ МАШИН ПРИ ПРУЖНО-ПЛАСТИЧНОМУ ДЕФОРМУВАННІ ТА КОНТАКТНІЙ ВЗАЄМОДІЇ

Зінченко О. І., Ткачук М. М., Гречка І. П., Грабовський А. В., Ткачук М. А., Бондаренко Л. М., Зарубіна А. О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Висока та все зростаюча інтенсивність навантажень на елементи бойових броньованих машин призводить до необхідності підвищувати навантажувальну здатність їх найбільш відповідальних елементів. Оскільки механічні характеристики матеріалів таких деталей обмежені, то видається за доцільне для створення додаткового ресурсу з метою підвищення навантажувальної здатності зазначених елементів створювати на етапах їх виготовлення сприятливий залишковий напружено-деформований стан. Яскравим прикладом може слугувати заневолювання торсіонних валів систем підресорювання бойових броньованих машин або поверхневе пластичне деформування бігових доріжок радіальних гідропередач для перспективних танкових трансмісій. Для цих елементів характерним є сумісний вплив пружно-пластичного деформування матеріалів та контактної взаємодії елементів, що знаходяться у кінематичному та силовому сполученні.

Традиційні методики не враховують складний характер напружено деформованого стану досліджуваних деталей, який зумовлений саме взаємовпливом та взаємодією, з одного боку, контактної взаємодії, а з іншого – пружно-пластичного деформування матеріалів А це спричиняє неадекватність розрахункових моделей та, врешті-решт, – помилки при обґрунтуванні раціональних технічних рішень цих елементів конструкцій бойових броньованих машин.

Із метою уникнення зазначених проблем розроблена комплексна математична модель напружено-деформованого стану досліджуваних деталей, яка враховує фізичну нелінійність (зумовлена пластичними деформаціями), геометричну нелінійність (із-за розвинених деформацій), конструктивну нелінійність (із причини контактної взаємодії), а також залежність поточного стану від історії навантаження.

Розроблена модель дає можливість здійснювати дослідження напружено-деформованого стану зазначених деталей бойових броньованих машин та обґрунтовувати рекомендації стосовно їх раціональних проєктно-технологічних рішень.

Дослідження здійснені у рамках проєкту НФДУ 2023.04/0036 «Дослідження та розробка пристрою для відновлення елементів військової техніки шляхом дискретно-континуального зміцнення конструкцій».

ОЦІНКА ВТРАТ ТА АНАЛІЗ МОЖЛИВИХ ВАРІАНТІВ ЗБІЛЬШЕННЯ ШВИДКОСТІ ПЛАВУ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

Карпов В. О., Назаренко Д. П.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Збільшення швидкості плаву військових броньованих машин є важливим аспектом для підвищення їх бойової ефективності. У сучасних умовах швидкість переміщення на воді також може стати вирішальним фактором під час виконання бойових завдань, таких як форсування водних перешкод або швидке розгортання військ у зоні бойових дій.

У роботі здійснено розрахунок плаву для плавучих бронетранспортерів та проаналізовано розподіл сил опору під час руху на воді. Очевидно, опір залежить від конструктивних особливостей, швидкості та умов плавання. Основними складовими опору є опір тертя, опір форми та опір хвилеутворення. У типових умовах для таких машин, що рухаються зі швидкістю в межах бойового застосування, опір форми зазвичай становить найбільшу частку – приблизно 87%. Це пояснюється геометрією корпусу, який часто має виступаючі елементи, такі як гусениці чи колеса, що створюють значний опір води. Опір тертя, який виникає через контакт корпусу з водою, становить меншу частку – близько 9%. Цей показник залежить від якості поверхні корпусу: шорсткість, наявність виступів чи нерівностей можуть збільшувати цей вид опору. Для військових машин, які зазвичай мають міцне, але не завжди ідеально гладке покриття, частка опору тертя залишається помітною, але не визначальною порівняно з опором форми. Опір хвилеутворення, що пов'язаний із утворенням хвиль під час руху, є найменш значущим у цьому діапазоні швидкостей і становить приблизно 4 %. Це зумовлено тим, що для бойових швидкостей (невисоких у порівнянні зі швидкохідними суднами) вплив хвилеутворення є обмеженим. Проте при зростанні швидкості або зміні конструкції корпусу (наприклад, зменшенні його довжини) частка цього опору може зростати, що потребує додаткового аналізу під час проєктування.

Такий розподіл сил опору підкреслює важливість конструкції корпусу для військових плавучих машин. Очевидно, що оптимізація форми корпусу, покращення якості поверхні та врахування режимів руху можуть значно знизити загальний опір, підвищивши ефективність машин на плаву, але для військових броньованих машин зміна конструкції корпусу є дуже важкою та недоцільною модернізацією.

Одним із кращих варіантів буде збільшити ефективність водохідних рушіїв, а саме спроба збільшення їх пропульсивного ККД, який має достатньо низький показник 0,4-0,55. Зокрема, для водометів це можливе поліпшення на підбір оптимальних параметрів лопатей імпелеру, додавання дифузорів на вихідному отворі рушія тощо.

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ЛАЗЕРНОЇ ЗБРОЇ НА БОЙОВИХ БРОНЬОВАНИХ МАШИНАХ

Каторгін О. М., Зорькін М. Є., Решетіло Є.І., Стрімовський С. В., Федоренко Є. В., Фолунін С. О.

Державне підприємство «Харківське конструкторське бюро з машинобудування імені О.О. Морозова», м. Харків

Застосування ворогом у сучасній війні від декількох десятків до декількох сотень бойових безпілотних літальних апаратів (БПЛА) за одну атаку суттєво виснажує ракетні запаси сил протиповітряної оборони (ППО) нашої країни. Тому гостро стоїть питання застосування енергетичної зброї для боротьби з бойовими БПЛА.

Одним із видів енергетичної зброї є лазерна зброя. Зараз цей вид зброї мають США, Велика Британія, Німеччина, Франція, Ізраїль, Південна Корея та Китай.

Ще 10 років тому Великобританією була створена лазерна установка DragonFire. Вона з того часу безперервно вдосконалювалась та зараз має потужність бойового лазеру 50 кВт і вражає цілі на відстані до 2 км.

Подібні характеристики має американська система ППО близької дії DE M-SHORAD. Ця система встановлена на шасі бронетранспортера Stryker. На випробуваннях у серпні 2021 року лазерна установка DE M-SHORAD успішно вражала в повітрі БПЛА та керовані міни.

Також німецький концерн Rheinmetall ще на початку 2010-х років продемонстрував лазерну зброю з аналогічною потужністю.

У 2024 році з'явилась інформація, що у новостворених Силах безпілотних систем ЗСУ тестується вітчизняна лазерна зброя - «Тризуб», яка має потужність, подібну системам DragonFire та DE M-SHORAD.

У Ізраїлі вже працює система ППО Iron Beam, яка має потужність бойового лазеру 100 кВт, дальність дії 7 км та здатна збивати ракети і захистити від рою БПЛА.

На теперішній час у США ведуться роботи по встановленню лазерної зброї Valkyrie з вихідною потужністю 300 кВт на шасі бронетранспортера Stryker.

Таким чином, встановлення лазерної зброї на бойових броньованих машинах вимагає розміщення на їх борту потужних джерел електричної енергії. Такими джерелами можуть бути гібридні силові установки з тяговими електричними генераторами та блоками накопичення електричної енергії.

Поєднання на бойових броньованих машинах лазерної зброї з гібридною силовою установкою з тяговим електричним приводом дозволить створити наземні мобільні комплекси ППО.

ОПТИМІЗАЦІЯ МЕХАНІЧНИХ ДВОПОТОКОВИХ ТРАНСМІСІЙ ГУСЕНИЧНИХ МАШИН ЗА МАСОГАБАРИТНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Клочков І. Є.[1], Устиненко О. В.[1], Бондаренко О. В.[1], Протасов Р. В.[2], Андрієнко С. В.[3], Братчикова С. Е.[1], Деревянкін Р. П.[1]

[1]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

[2]Словацький технічний університет у Братиславі, м. Братислава, Словаччина

[3]Харківський Національний автомобільно-дорожній університет, м. Харків

На наш час багато гусеничних машин спеціального призначення обладнані механічними двопотоковими механізмами передач та повороту (МПП). Під час проєктування таких трансмісій виникає багато проблем, пов'язаних з оптимальним розподіленням передавальних чисел між елементами, що входять у обидві потоки потужності. Невдале рішення цієї проблеми може привести, по-перше, до збільшення маси та габаритів трансмісії, а по-друге, до нерівномірного навантаження на основні елементи, насамперед, на зубчасті передачі. Для успішного рішення цієї проблеми доцільно під час проєктування застосувати методи математичної оптимізації.

Авторами розроблено методи та підходи щодо оптимізації двопотокових механічних трансмісій. Цільова функція була запропонована у вигляді $F_M = \sum M \to \min$, де $\sum M$ – загальна маса основних складових трансмісії. У якості змінних проєктування були призначені основні геометричні параметри зубчастих передач, а саме: модулі зачеплень m, числа та кути нахилу зубців z та β. Маси зубчастих коліс обчислюються безпосередньо через змінні проєктування. Маси валів, синхронізаторів тощо обчислюються на основі відповідних розрахунків міцності, жорсткості, витривалості. Система обмежень на змінні проєктування враховує конструкцію трансмісії, геометрію, міцність та витривалість зубчастих передач, а також габарити моторно-трансмісійного відділення (МТВ) машини.

Розв'язання задачі виконувалось за допомогою псевдовипадкового метода пошуку на основі так званої ЛПτ-послідовності. У якості об'єкта дослідження на даному етапі було обрано трансмісію легкого багатоцільового транспортера-тягача МТ-ЛБ. Розрахунки виконувались для декількох двигунів з потужністю, збільшеною порівняно з базовим двигуном на 240 к.с. В усіх випадках були отримані позитивні результати, а саме, нові варіанти трансмісії розміщуються у базовий об'єм МТВ при одночасному зниженні маси цих варіантів порівняно з базовою трансмісією.

ПОРТАТИВНІ УСТАНОВКИ ДЛЯ ЕКСПРЕС-ВИЗНАЧЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ

Куценко С. В.[1], Тітаренко О. В.[1], Васильєв А. Ю.[2]
[1]Національна академія Національної гвардії України, м. Харків
[2]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Останніми роками спостерігається постійне збільшення популярності виробів, виготовлених з використанням 3D-друку. Особливо відчутним є це зростання на фоні бойових дій в Україні, де елементи, які виконано за допомогою 3D-друку, щоденно допомагають у боротьбі із агресором. Так, статистика тільки спільноти «ДрукАрмія» має в якості досягнення на поточний момент більше 18 мільйонів виготовлених виробів загальною вагою більше 450 тон пластику. Ці показники забезпечили маже 10 тис. друкарів, більшість із яких не є професіоналами з питань проєктування чи 3D друку, а частина з яких безпосередньо працює в лавах ЗСУ. При цьому через поточну ситуацію постійно відчувається нестача в усьому – в номіналі продукції, у друкарях, принтерах, пластику, проєктантах. Тож кількість запитів на вироби завжди підштовхує до поява запитів на покращення конструкції, до яких, у свою чергу, висуваються більш суворі вимоги до міцності, жорсткості, витривалості, чи навіть зворотні – матеріалоємності, маси, швидкості виготовлення тощо.

Відповідно все гострішим постає питання, пов'язане із нестабільністю характеристик друкованих матеріалів та об'єктів. Механічні та, відповідно, похідні характеристики подібних виробів мають доволі значний діапазон розбігу параметрів, які залежать від типу матеріалу, виробника, умов та низки налаштувань процесу друкування. Це або унеможливлює процес передбачення точних характеристик чи оптимізації за окремими вимогами (міцність, матеріалоємність тощо) через постійну необхідністю уточнення показників за результатами друку, або призводить до закладання в конструкцію значних запасів. Що не завжди позитивно впливає на міцність та жорсткість, але гарантовано негативно відображається на витратах матеріалу, часі друку та, навіть, взагалі на можливості реалізації поставленої задачі.

Абсолютна більшість друкарів виконує задачі як «хоббі», на обладнанні і в умовах, далеких від виробничих чи лабораторних. В якості рішення пропонується для використання компактну, спрощену версію пристрою для дослідів зразків на розтяг та вигин, що у змозі зафіксувати наближені характеристики матеріалу. Рішення базується на технологіях, доступних для відтворення навіть «хоббістам», а конструкція та мала маса забезпечують мобільність та швидкість складання-розбирання. Цей апарат підходить для базових випробувань друкованих зразків із PLA, ABS, PET тощо.

Запропонований пристрій дасть можливість здійснювати попередні дослідження матеріалу, що допоможе спрогнозувати поведінку конструкції. Його впровадження скоротить цикл розробки виробів і підвищить надійність 3D-друкованих компонентів, що особливо важливо в умовах обмежених ресурсів і високої відповідальності застосувань.

НАПРЯМКИ ПОКРАЩЕННЯ ТА ЗАСТОСУВАННЯ ПОРТАТИВНИХ УСТАНОВОК ДЛЯ ЕКСПРЕС-ВИЗНАЧЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ

Куценко С. В.[1], Тітаренко О. В.[1], Васильєв А. Ю.[2], Марченко Є. О.[2]
[1]Національна академія Національної гвардії України, м. Харків
[2]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сучасна Україна зазнає багатьох викликів щодня. Один із них – необхідність зміни формату сталих рішень на більш мобільні та портативні. Обладнання для лабораторних досліджень – не є винятком. Професійне обладнання зазвичай має наступні недоліки: громіздкість, висока вартість, низька доступність, що обмежує його використання в умовах, де потрібна мобільність. Внаслідок воєнної агресії багато українських навчальних закладів змушені працювати поза своїми основним розташуванням й залишилися без повноцінного лабораторного оснащення, що ускладнює та негативно впливає на навчальний процес. Також подібних рішень потребують й ті, хто виконує задачі проєктування, прототипування та виготовлення окремих видів виробів для військових потреб.

У зв'язку з чим, запропоноване рішення портативного обладнання для організації та проведення досліджень виглядає перспективним як з точки зору покращення навчального процесу, так і з точки зору застосування у практику військової справи. Перші виготовлені прототипи такого обладнання вже проходять впровадження в навчальний та науково-дослідницький процес НАНГУ та НТУ «ХПІ». За умов позитивного впровадження, планується низка майбутніх покращень та шляхів розвитку даного напрямку:

- вдосконалення розроблених пристроїв для покриття більш широкого класу задач (наприклад, збільшення жорсткості та міцності конструкції для дослідження зразків більшого перетину та процесів, пов'язаних із різними типами і налаштуваннями заповнення);
- інтеграція електроніки й тензодатчиків із метою отримання більш точних даних про поведінку зразків у реальному часі;
- застосування крокових двигунів для автоматизації процесу, що забезпечить контрольовану швидкість навантаження та надасть змогу проводити дослідження на циклову втому;
- розробка пристроїв на дослідження інших механічних характеристик (наприклад – згину чи ударної в'язкості).

Компактні пристрої для дослідження механічних характеристик розширюють можливості освіти й прикладних досліджень, заповнюючи нішу науково-дослідної складової. Пристрої поєднують мобільність, простоту й відносну точність із низькою вартістю. Вони спрямовані на практичне вивчення механіки матеріалів, спрощують задачі розробки, прототипування та ремонту, а також є підґрунтям для швидкого впровадження інновацій.

МЕТОД СКІНЧЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ І МЕТОД ГРАНИЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ У КОНТЕКСТІ МОДЕЛЮВАННЯ КОНТАКТНОЇ ВЗАЄМОДІЇ СКЛАДНОПРОФІЛЬНИХ ДЕТАЛЕЙ

Льозний О. С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасному машинобудуванні вирішення задач контактної взаємодії складнопрофільних деталей є важливим завданням, що має широке застосування в авіабудуванні, робототехніці та енергетиці.

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю точних методів моделювання для прогнозування напружено-деформованого стану у контактних зонах.

Метою роботи є порівняння методу скінченних елементів (МСЕ) та методу граничних елементів (МГЕ) для визначення найбільш ефективного підходу до розв'язання таких задач.

МСЕ дає можливість дискретизувати область на скінченну кількість елементів, що забезпечує детальне подання напружень і деформацій. Основним недоліком є високі обчислювальні витрати для великих моделей. Натомість МГЕ зосереджується на граничних умовах, що суттєво скорочує розмірність задачі й обсяг розрахунків, проте потребує додаткових перетворень для нелінійних задач.

Особливості застосування чисельних алгоритмів у розрахунку напружень пов'язані з точністю дискретизації, вибором схем інтегрування та оптимізацією обчислень. Аналіз МСЕ і МГЕ дає можливість виявити їхні специфічні переваги та обмеження: МСЕ ефективний для моделювання об'ємних областей, тоді як МГЕ краще підходить для опису контактної взаємодії на поверхнях.

Практична значущість цих результатів полягає в оптимізації обчислювальних ресурсів при моделюванні реальних конструкцій. Поєднання МСЕ та МГЕ забезпечує баланс між точністю розрахунків та їхньою швидкістю, що є важливим для розробки складних деталей у машинобудуванні та інших високотехнологічних галузях.

Аналіз засвідчив, що комбіноване використання МСЕ та МГЕ підвищує точність і ефективність обчислень.

Подальші дослідження мають бути спрямовані на створення гібридних моделей та оптимізацію алгоритмів для аналізу напружено-деформованого стану та контактної взаємодії елементів великомасштабних конструкцій.

ДЕЯКІ ПРОБЛЕМИ УДОСКОНАЛЕНЬ ТЕХНОЛОГІЙ ЗМІЦНЕННЯ ПОВЕРХОНЬ МАШИНОБУДІВНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Марусенко С. І., Ткачук М. М., Назаренко С. О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Широкий вибір методів і матеріалів доступний для різноманітних застосувань покриттів із загальною метою захисту елементу або конструкції, що піддаються механічним або хімічним пошкодженням [1, 2]. Методи утворення поверхневих технологічних шарів загалом поділяються на такі групи: механічні, термічні, термомеханічні, хіміко-термічні, гальванічні та фізичні.

Технології поверхневого зміцнення машинобудівних конструкцій, такі як дробоструминна обробка деформацією, поверхнева механічна обробка тертям, лазерне ударне зміцнення і ультразвукове зміцнення поверхні, регулярно використовуються для поліпшення механічних властивостей компонентів, включаючи поверхневу твердість, довговічність і зносостійкість. Такі поліпшення реалізуються завдяки пластичній деформації з високою швидкістю деформації, спричиненої інтенсивними ударами, що застосовуються до поверхонь, які створюють дислокації високої щільності, подрібнені зерна, а також залишкові напруження стиснення на поверхні та під поверхнею.

Ефективно зміцнити матеріали з високою міцністю та/або низькою пластичністю складно із двох причин. По-перше, для подальшого зміцнення високоміцних матеріалів потрібні більш агресивні умови обробки, такі як довший час та більш високий тиск, які наближаються до меж звичайних методів поверхневого зміцнення. По-друге, такі агресивні умови обробки збільшують ймовірність порушення цілісності поверхні, а підповерхневі тріщини для високоміцних матеріалів часто мають відносно низьку пластичність.

Останніми роками в області зміцнення поверхні конструкцій відбувся значний прогрес, головним чином завдяки вдосконаленню методів моделювання. Ці досягнення підвищили точність, ефективність і застосовність процесу, зробивши його більш життєздатним варіантом для різноманітних промислових застосувань. Ключові розробки включають удосконалення числового моделювання, яке стало більш складним і менш трудомістким, дозволяючи точніше прогнозувати результати процесу зміцнення. Крім того, інтеграція статистичних моделей із методами скінченних елементів дала можливість краще оптимізувати параметри процесу, що призвело до однорідних та високоякісних зміцнених шарів.

Література:

1. Ткачук М. А. [та ін.] Аналіз конструкцій, моделей та методів дослідження динаміки високообертових елементів танкових двигунів (оглядова стаття) // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Машинознавство та САПР. – 2023. – №. 2. – С. 69-105.

2. Nazarenko S. A., Tkachuk M. A. Review of the main directions of research of scientists of NTU "KhPI" in the field of dynamics of constructions. Bulletin of NTU" KhPI". Series: Dynamics and strength of machines. Kharkiv: NTU" KhPI. 2017. №. 39. P. 49–56.

ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЙ ЗМІЦНЕННЯ ПОВЕРХОНЬ ОБЕРТОВИХ МАШИН

Назаренко С. О., Ткачук М. А., Кухтенков Ю. М., Марусенко О. М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

На функціонування обертової конструкції впливають її поверхня, площа контакту та робоче середовище [1, 2]. Будь-який тип поверхонь та їх взаємодії з можливими фізичними, хімічними, електричними, механічними, термічними зв'язками можна вивчати в галузі науки про поверхні. Технологія поверхні перетворилася на комплексну дисципліну, що охоплює матеріалознавство, трибологію, фізику, хімію, і вона широко використовується в областях захисту від корозії, стійкості до зношування, ремонту та зміцнення, що дозволяє ефективно підвищити безпеку та надійність інженерного обладнання під час експлуатації. Інженерія поверхні є науковим напрямком, що займається розробкою методів обробки поверхневих шарів і нанесення покриттів із заданими властивостями, дослідженням їх структури та експлуатаційних властивостей. Багатодисциплінарна галузь інженерії поверхні спрямована на покращення експлуатаційної придатності інженерних конструкцій шляхом налаштування їхніх поверхневих характеристик. Завдяки розробці більш досконалих методів та технологій зміцнення поверхонь можна при збереженні досить високої пластичності, в'язкості та тріщиностійкості поліпшити якість, надійність та довговічність машин.

У роботі розглядається розробка поширених методів термічного зміцнення поверхні, включаючи теплове дробоструминне оброблення, теплове лазерне ударне оброблення та термічне ультразвукове зміцнення поверхні. У порівнянні зі звичайними методами поверхневого зміцнення машинобудівних конструкцій, методи термічного зміцнення поверхні з оптимальними температурами обробки можуть додатково підвищити поверхневу та підповерхневу твердість, товщину шару зміцнення, довговічність і зносостійкість механічних компонентів машин.

Покращення пов'язані з унікальними мікроструктурами, створеними завдяки синергічним ефектам теплової енергії та пластичної деформації з високою швидкістю деформації. Теплова енергія може розм'якшити матеріали, дозволяючи пластичній деформації створити більшу величину та глибшу область нагартівки. Термомеханічна обробка конструкцій також може викликати динамічну преципітацію в металевих сплавах, що призводить до дискретного зміцнення та підвищеної стабільності дислокацій і залишкових напружень стиснення.

Дослідження здійснені у рамках проєкту НФДУ 2023.04/0036 « Дослідження та розробка пристрою для відновлення елементів військової техніки шляхом дискретно-континуального зміцнення конструкцій».

Література:

1. Ткачук М. А. [та ін.] Аналіз конструкцій, моделей та методів дослідження динаміки високообертових елементів танкових двигунів (оглядова стаття). Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Машинознавство та САПР. 2023. № 2. С. 69-105.

2. Кухтенков Ю. М., Назаренко С. О. Огляд проблеми втомної міцності робочих коліс радіально-осьових гідротурбін. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: «Гідравлічні машини та гідроагрегати». 2024. № 2. С. 54-61.

МЕТОДИ УДОСКОНАЛЕНЬ ТЕХНОЛОГІЙ ЗМІЦНЕННЯ ПОВЕРХОНЬ КОНСТРУКЦІЙ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

Назаренко С. О., Ткачук М. А., Марусенко С. І.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

При проєктуванні елементів конструкцій військової техніки використовують комплексні (інтегровані, гібридні) багатоопераційні технології нанесення покриттів. Стискаючі залишкові напруження в поверхневому шарі матеріалу збільшують втомну міцність деталей.

Традиційно стискаючі залишкові напруги створюються поверхневою пластичною деформацією за допомогою дробоструминної, віброабразивної або ультразвукової обробки, а також алмазним вигладжуванням. Останніми роками за кордоном для створення стискаючих залишкових напружень у поверхневому шарі матеріалу все більшого поширення набуває ударна лазерна обробка, або скорочено – лазерний удар.

Роботизовані 3D-лазерні системи стали суттєвою інновацією, пропонуючи точний контроль над процесом лазерного зміцнення, що має важливе значення для обробки складних геометрій форми і досягнення незмінних властивостей поверхні.

Застосування фрактальної геометрії та генетичного програмування додатково розширило здатність моделювати та прогнозувати мікроструктурні зміни під час лазерного зміцнення, забезпечуючи постійне досягнення бажаної твердості та характеристик поверхні. Ці досягнення у моделюванні не тільки підвищили ефективність і результативність процесу лазерного зміцнення поверхні, але також розширили його застосування для більш складних і різноманітних промислових сценаріїв.

Завдяки оптимізації параметрів і усуненню небажаних ефектів ці методи гарантують, що оброблені металеві компоненти демонструють задовільну продуктивність і довговічність. У результаті промисловість, починаючи від автомобільної та аерокосмічної промисловості, все більше використовує методи лазерного зміцнення поверхні, щоб підвищити довговічність і функціональність своїх продуктів.

Останні досягнення в методах моделювання для лазерного зміцнення поверхні перетворили цей процес на більш точну, ефективну та широко застосовувану технологію. Ці вдосконалення обіцяють продовження інновацій і ширше впровадження в різних галузях промисловості, що призведе до підвищення продуктивності та подовження терміну служби металевих компонентів машинобудівних конструкцій.

Дослідження здійснені у рамках проєкту НФДУ 2023.04/0036 «Дослідження та розробка пристрою для відновлення елементів військової техніки шляхом дискретно-континуального зміцнення конструкцій».

ПІДВИЩЕННЯ ТАКТИКО-ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК БОЙОВИХ БРОНЬОВАНИХ МАШИН ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ КЕРУВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ПРУЖНИХ ШАРНІРІВ ВАЖЕЛІВ ПІДВІСКИ

Нанівський Р. А.[1], Дущенко В. В.[2], Маслієв А. О.[3]
[1]Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, м. Львів
[2]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків
[3]Збройні Сили України

Одним із перспективних напрямків підвищення тактико-технічних характеристик (ТТХ) бойових броньованих машин (ББМ) є реалізація керування пружними та демпфірувальними характеристиками підвіски. Тим не менш, відомі технічні рішення таких систем керування, внаслідок складності та низької надійності, не отримали широкого впровадження.

Для вирішення протиріч між функціональними показниками, з одного боку, та технологічними і економічними – з іншого, запропоновано застосувати «інтелектуальні» матеріали, а саме магнітореологічні еластомери (МРЕ). Дані матеріали було використано замість гуми у шарнірах важелів підвіски колісної ББМ з метою змінювати їх пружні і демпфірувальні властивості шляхом накладання магнітного поля, що керує.

При проведенні досліджень застосовувалися теорія підресорювання колісних ББМ та теорія магнітного поля. Для розрахунку показників ТТХ використовувалася експериментально перевірена математична модель руху колісної ББМ по пересіченій місцевості, яка була реалізована у середовищі *Delphi.* Розрахунки характеристик магнітного поля проводилися за допомогою програмних пакетів *SolidWorks* та *Femm*.

Розроблено, досліджено та запатентовано як способи керування, так і технічні рішення шарнірів з МРЕ, які підвищують ефективність керування та зменшують їх енергоспоживання.

Встановлено доцільність та перспективність застосування МРЕ для керування пружними і демпфірувальними характеристиками підвіски колісних ББМ.

Визначено необхідні пружні і демпфірувальні характеристики шарнірів із МРЕ та алгоритми керування ними з метою забезпечення підвищення ТТХ колісних ББМ.

Оцінено показники вогневої могутності (точність стрільби з ходу і час нестабілізованого стану озброєння) та рухливості (плавність ходу, середня швидкість на місцевості і безрозмірний коефіцієнт якості підвіски). Проведені дослідження довели можливість їх суттєвого покращення у разі застосування даної системи керування.

Сформульовано вимоги до МРЕ, придатних для використання замість гуми у даних керованих шарнірах колісних ББМ, та окреслено перспективи їх подальшого розвитку.

ЩОДО АНАЛІЗУ ТРИВАЛОЇ МІЦНОСТІ ДЕТАЛЕЙ КАМЕРИ ЗГОРЯННЯ ШВИДКОХІДНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Прокопенко М. В., Александров Є. О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Перспективна тенденція підвищення якості, скорочення термінів розробки та доведення деталей камери згоряння швидкохідних транспортних засобів з одночасним зниженням витрат на їх створення зумовлює необхідність використання у процесі проєктування таких математичних моделей, у яких найбільш повно відображені складні реальні умови роботи найважливіших деталей, вузлів та агрегатів у цілому, що ускладнюється і визначається нестаціонарним тепловим і напружено-деформованим станом (НДС) деталей камери згоряння (КЗ) і в кінцевому підсумку – їхньою тривалою міцністю, особливо при перспективному форсуванні.

Під тривалою міцністю мається на увазі напрацювання матеріалу деталей КЗ до її руйнування при спільній дії процесів втоми та циклічної повзучості.

Серед причин, що спричиняють руйнування деталей КЗ, вказується на малоциклову термовтому, обумовлену аперіодичними навантаженнями двигуна при його перехідних процесах; термомеханічну втому, обумовлену періодичними (від циклу до циклу) навантаженнями високої частоти; циклічну або нестаціонарну повзучість матеріалу та зумовлену нею релаксацію напружень у місцях локальних теплових навантажень.

На цій основі накопичено великий досвід забезпечення працездатності теплонапружених деталей КЗ при досягнутому рівні форсування. Однак у вітчизняній та зарубіжній літературі зазначається, що при перспективному форсуванні двигунів транспортних засобів виникають серйозні перешкоди, пов'язані як із забезпеченням необхідного ресурсу роботи деталей КЗ, особливо поршнів, так і з його прогнозуванням на основі моделювання процесів накопичення пошкоджень, що призводять до руйнування їх матеріалів.

На теперішній час достатнє поширення набув метод прогнозування тимчасового напрацювання до руйнування особливо теплонапружених зон деталей КЗ на основі розрахунків їхньої термовтомної міцності.

Однак відомо, що нестаціонарність навантаження високофорсованих швидкохідних двигунів є несприятливим фактором, що істотно інтенсифікує також процес повзучості.

У зв'язку з цим актуальним є визначення комплексного впливу малоциклової (від перехідних процесів) втоми і нестаціонарної повзучості на довговічність деталей, що розглядаються з урахуванням конкретної моделі експлуатації двигуна.

РОЗРАХУНКОВО-ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ І СТАНІВ СКЛАДНИХ МЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ

Сєриков В. І., Ткачук Г. В., Гречка І. П., Ткачук М. А.,
Зінченко О. І., Грабовський А. В., Вейлер В. С., Малакей С. А.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Дослідження процесів і станів елементів складних механічних систем у багатьох випадках стикається із проблемою обґрунтування адекватних математичних і чисельних моделей, які відображають досліджувані процеси і стани. Це, зокрема, зв'язані процеси і стани, у яких апріорі не можна чітко окреслити множину значущих чинників, які суттєво впливають як на досліджувані процеси і стани, так і на ті чи інші міцнісні, жорсткісні чи динамічні характеристики. Як приклади: газодинаміка і напружено-деформований стан елементів танкових двигунів, контактна взаємодія елементів танкових трансмісій (зубчасті та гідрооб'ємні передачі), систем підресорювання легкоброньованих машин, механізмів заряджання бойових броньованих машин, елементів технологічних систем для виготовлення озброєння та військової техніки тощо.

Тобто, до здійснення досліджень неможливо визначити ступінь важливості того чи іншого чинника, що враховується. Більш того, якщо якийсь чинник не враховується у створених моделях, то його вплив не досліджувані процеси стани визначити практично неможливо. Якщо ж від самого початку у моделях, що створюються, враховувати дуже широку множину чинників, то сама створювана модель стає занадто громіздкою, а несуттєві чинники затіняють значущі.

Як альтернативний підхід до здійснення досліджень таких процесів станів пропонується розвиток розрахунково-експериментальних методів. Цей розвиток полягає у тому, що у ході досліджень уточнюється склад множини значущих чинників, а також окремі параметри математичних і чисельних моделей.

Особливу актуальність розроблений підхід має саме для поєднання різних за природою та описом процесів і станів: пружно-пластичне деформування матеріалів, контактна взаємодія, збурення геометричної форми, анізотропія та неоднорідність властивостей матеріалів тощо. Окрім того, можливе визначення типу і розмірів скінченно-елементних моделей, які із прийнятною точністю відображають досліджувані процеси і стани.

Таким чином, здійснені удосконалення розрахунково-експериментальних методів дають можливість обґрунтувати адекватні, повні та достовірні моделі для дослідження процесів і станів.

РОЗРАХУНКОВО-ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ВЕРИФІКАЦІЯ МАТЕМАТИЧНИХ І ЧИСЕЛЬНИХ МОДЕЛЕЙ ПРОЦЕСІВ І СТАНІВ У СКЛАДНИХ МЕХАНІЧНИХ СИСТЕМАХ

Ткачук М. А.[1], Дьоміна Н. А.[2], Рікунов О. М.[3]

[1]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

[2]Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя

[3]Національна академія Національної гвардії України, м. Харків

Сучасні машини військового та цивільного призначення у своєму розвитку переходять межі, що окреслюють область застосування тих чи інших моделей процесів і станів, які в них реалізуються на різних етапах життєвого циклу. Відповідно, неможливо обґрунтовувати їхні технічні рішення, базуючись на результатах, отримуваних із використанням традиційних моделей. Тобто сформувалась протиріччя: «недосконалі рішення – неадекватні моделі». При цьому це протиріччя діє у двох напрямках.

Разом із тим вирватися із полону зазначеного протиріччя неможливо тільки у рамках математичного та чисельного моделювання. Справа, серед іншого, полягає також і у тій обставині, що самі процеси і стани у досліджуваних машинах стають не тільки багаточисельними та складними, але й такими, що взаємовпливають та взаємозалежні. Відповідно, традиційні підходи до формування математичних і чисельних моделей процесів і станів перестають бути результативними.

Для виходу із ситуації, що склалася, розроблено принципово новий підхід. Цей підхід полягає у системному підході до побудови моделей процесів станів. При цьому сама ця модель розглядається як «сіра скринька». Тобто, з одного боку, на відміну від «чорної скриньки» із повністю невідомою інформацією, у цілому модель процесів і станів має частину інформації про неї, яка апріорі доступна. З іншого боку, на відміну від «прозорої скриньки», частина інформації про модель відсутня. Особливо це стосується взаємовпливу та взаємозв'язку окремих процесів і станів, у тому числі із урахуванням їх нелінійного характеру.

Таким чином, реалізується ситуація створення критерію підвищення міри прозорості «сірої скриньки». Для цього пропонується як варійовані ввести до розгляду параметри математичних і чисельних моделей, які є недостатньо «прозорими». Ці шукані параметри верифікуються у ході паралельного розв'язання задач, з одного боку, розрахунковим шляхом, а, з іншого, – експериментальним (на прикладі аналогів, прототипів і макетів). Мінімізація функціоналу невідповідності результатів розрахунків та експериментів дає можливість верифікувати шукану модель та застосувати її для аналізу та синтезу раціональних технічних рішень машин із високими тактико-технічними характеристиками.

ПАРАМЕТРИЧНІ МОДЕЛІ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ЕЛЕМЕНТІВ МАШИНОБУДІВНИХ КОНСТРУКЦІЙ ТА СПОРУД

Ткачук М. А.[1], Васильєв А. Ю.[1], Сопрунов І. А.[1], Коба А. М.[1], Малакей А. М.[2], Нечаєв Р. Г.[2], Веретельник О. В.[1]

[1]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

[2]Державне підприємство «Завод ім. В. О. Малишева», м. Харків

У ході проєктування елементів машинобудівних конструкцій та споруд виникає низка проблемних питань. Ці питання стосуються обґрунтування нових технічних рішень цих об'єктів, які мають підвищені технічні та тактико-технічні характеристики. Це змушує, зокрема, створювати моделі їх напружено-деформованого стану задля аналізу міцності та жорсткості найбільш навантажених та відповідальних деталей. Незважаючи на широке розповсюдження для розв'язання задач такого типу різних систем скінченно-елементного моделювання, основним обмежувальним етапом досліджень, що здійснюються, у багатьох випадках виступає формування їх розрахункових моделей.

Дійсно, частою проблемою є визначення значущих факторів, які слід ураховувати у тому чи іншому випадку. Ще однією проблемою є створення механізмів варіювання технічних рішень задля вмонтовування в алгоритм пошуку більш вигідних їхніх варіантів, зокрема, за критеріями міцності та довговічності. І, нарешті, ще однією проблемою є забезпечення достовірності результатів досліджень.

Натепер повного вирішення зазначеного комплексу проблем для довільного типу об'єктів не існує. Натомість для того чи іншого класу об'єктів можна запропонувати підхід, який дає можливість здійснювати розв'язання усієї низки посталих проблем.

Центральною ланкою пропонованого підходу є узагальнене параметричне моделювання процесів і станів у складних механічних системах. Тут слід зазначити, що більш-менш повний опис і самого досліджуваного об'єкта, і процесів та станів, що у ньому виникають, можливе тільки із залученням досвіду експерта в певній предметній області. Важливе також залучення фахівців, які би забезпечили не тільки можливість зазначеної вище параметризації, але й уникнення при цьому колізій та конфліктів при трансформації опису досліджуваного об'єкта і процесів та станів у ньому у ході передачі масиву інформації між різними платформами. І, нарешті, для верифікації розрахункових моделей важливо будувати такі форми подання інформації, добутої у ході експериментальних досліджень, які би давали можливість порівняння даних, отриманих розрахунково, з одного боку, та шляхом вимірювань на реальних об'єктах чи інших моделях, – з іншого.

Описаний підхід, що не претендує на універсальність, тим не менш був успішно опробуваний у ході проєктних досліджень елементів бойових броньованих машин, енергообладнання, двигунів, трансмісії, стелажного устаткування технологічного оснащення тощо.

КРУТНІ КОЛИВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ «ТАНКОВИЙ ДВИГУН – НАГНІТАЧ ПОВІТРЯ – ГАЗОВА ТУРБІНА»

Ткачук М. А.[1], Вейлер В. С.[2], Грабовський А. В.[1], Овчаров Є. М.[2]
[1]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків
[2]Державне підприємство «Завод імені В. О. Малишева», м. Харків

Вітчизняні танкові двигуни серій 5ТД, 6ТД у ході розвитку відігравали тенденції до зростання потужності. Дійсно, існуючі тренди у світовому бронетанкобудуванні диктують потреби у питомій потужності бойових броньованих машин у 25 к. с. /т і вище. Тобто, рубіж маси важких бойових броньованих машин 50÷60 тонн (та вище) вимагає потужність двигуна на рівні не сучасних 1500 к. с., а суттєво більшу. У сукупності з іншими вимогами до тактико-технічних характеристик цих машин, які формуються у ході аналізу досвіду бойових дій на сучасних полях застосування бронетехніки та протидії їй, виникає низка протиріч між цими вимогами, з одного боку, та можливостями традиційних технічних рішень силових агрегатів, – з іншого.

Слід зазначити, що якраз унікальні вітчизняні танкові двигуни серій 5ТД, 6ТД (двотактні двигуни внутрішнього згоряння із протилежним рухом поршнів у циліндрі) мають перспективу задовольнити у ході модернізації цій низці вимог, що висуваються на порядок денний. Разом із тим існуючі компоновочні рішення цих двигунів містять у собі множину проблемних процесів і станів, які слід приймати до уваги при їх проєктуванні та модернізації. Зокрема, важливими є крутні коливання у системі «двигун – нагнітач – повітря газова турбіна». У цій системі є значна кількість коливних та пружних елементів, які мають певний спектр власних частот і форм крутних коливань.

При цьому варіювання інерційно-жорсткісних характеристик цих елементів призводить до зміни зазначених спектрів. Тобто, змінюючи проєктні рішення, можна породжувати зміни резонансних частот крутильних коливань. Для визначення закономірностей цих змін необхідно побудувати параметризовану модель досліджуваної динамічної системи «двигун – нагнітач повітря – турбіна».

Така модель була побудована із залученням параметризованого опису. Якраз ця властивість параметричності забезпечує не тільки аналіз спектрів власних частот і форм крутних коливань досліджуваної системи, але й визначення їх чутливості до варіювання тих чи інших параметрів. Своєю чергою це створює можливості синтезу таких технічних рішень у системі «танковий двигун – нагнітач повітря – газова турбіна», щоби задовольнити множині існуючих та вимог, що можуть виникнути у майбутньому, у тому числі – відлаштуванні від резонансних режимів роботи.

ПРОБЛЕМИ СТІЙКОСТІ БРОНЕКОРПУСІВ ЛЕГКОБРОНЬОВАНИХ МАШИН ПРИ ДІЇ НАДЛИШКОВОГО ЗОВНІШНЬОГО ТИСКУ

Ткачук М. А.[1], Соловей В. Ю.[2], Васильєв А. Ю.[1], Богач А. С.[3], Троценко В. В.[1], Грабовський А. В.[1]

[1]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

[2]Національна гвардія України

[3]Збройні Сили України

Легкоброньовані машини у сучасних умовах на полі бою стикаються із дією різного типу засобів ураження, серед яких присутні ударні хвилі від фугасної дії різноманітних боєприпасів (снаряди, бомби, міни тощо). Створюваний таким чином надлишковий тиск створює загрози не тільки міцності та жорсткості бронекорпусів легкоброньованих машин, але й їх стійкості.

Дійсно, герметичний бронекорпус легкоброньованої машини є просторовою тонкостінною зварною пластинчасто-оболонково-стержневою конструкцією. Для такого типу конструкцій дія зовнішнього тиску є потенційним джерелом першочергової втрати стійкості до вичерпання запасу міцності чи жорсткості.

Відповідно, чинник втрати стійкості необхідно враховувати як обмежувальний чи критеріальний при проєктуванні та модернізації бронекорпусів легкоброньованих машин.

Враховуючи ту обставину, що у ході проєктних досліджень необхідно влаштовувати паралельне дослідження і напружено-деформованого стану бронекорпусів легкоброньованих машин, і втрати їх стійкості, бажано було би побудувати комплексну математичну модель, яка би враховувала ці різнотипні процеси і стани. Більш того, ця модель має бути варіативною, оскільки ця властивість є ключовою у пошуку більш ефективних проєктних рішень за комплексом назначених критеріїв та обмежень.

Комплексна математична модель, яка враховує напружено-деформований стан, втрату стійкості та узагальнений параметричний опис бронекорпусів, була побудована та протестована на розрахунку реакції бронекорпусів низки легкоброньованих машин.

На цій основі розроблені рекомендації стосовно поліпшення проєктних рішень:

– застосування композитних матеріалів,

– раціональне підкріплення системою внутрішніх силових елементів,

– рознесення внутрішніх та зовнішніх шарів бронепанелей,

– силове замикання верхнього та нижнього поясів бронекорпусів тощо.

ДО ПИТАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ НАВАНТАЖЕНЬ КОНТЕЙНЕРНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПОДАЛЬШОГО АНАЛІЗУ ЇХ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ

Ткачук М. М., Бурдов Д. В., Лисаченко А. Ю., Мазурець С. О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Незважаючи на широку розповсюдженість складського та контейнерного обладнання, питання його розробки, аналізу та синтезу все ще має багато невирішених проблем. Здебільшого це пов'язано з тим, що навантаження на елементи контейнерного обладнання є випадковими і складно прогнозованими. Не менш важливим можна вважати те, що наявність дрібних поламок і проблем упродовж життєвого циклу або просто ігноруються при експлуатації, або виправляються «по місцю» «найбільш підходящим» способом серед доступних для операторів обладнання. Подібні моменти часто залишаються без фіксування факту поломок чи «місцевого ремонту», що суттєво ускладнює процес аналізу та синтезу конструктивних параметрів контейнерного обладнання. У стандартах пропонуються певні узагальнені типи визначення навантажень та принципів працездатності, що зазвичай спираються на спрощенні методики розрахунку, і їх неточність та низький рівень відповідності до реальних процесів компенсується як завищеними запасами, що закладаються в конструкцію, так і певною «невибагливістю» користувачів.

Використання розрахункових методів таких як Rigid Body Motion – дослідження руху твердих об'єктів та Finite Element Method – метод скінченних елементів, та їх комбінації на перший погляд виглядає позитивно, але стикається як із проблемою стохастичної природи навантажень, так і зі складністю постановки та необхідністю проведення експериментальних досліджень, на основі яких будуть можна побудувати адекватні розрахункові моделі.

Тому для першого етапу пропонується запланувати і провести низку модельних натурних експериментів. Для цього пропонується: 1) проводити експерименти як для окремих конструктивних елементів контейнерного обладнання, так і для виробів у цілому; 2) обрати декілька основних типорозмірів контейнерного обладнання з тих, що користуються найбільшим попитом; 3) для елементів контейнерного обладнання – провести дослідження з питань міцності, жорсткості та вібрацій; 4) для виробів у цілому – оснастити їх системами датчиків, які будуть міряти вібрації, прискорення та деформації в окремих точках конструкції під час руху та подолання різного типу перешкод із навантаженням та без; 5) розробити тестовий майданчик із системами параметричних перешкод для оцінки поведінки виробів.

Такий підхід дасть можливість отримати базу для верифікації та валідації розрахункових та числових моделей контейнерного обладнання та його окремих вузлів і конструктивних елементів. Що в подальшому призведе до вирішення проблеми аналізу та синтезу параметрів такого обладнання.

КОНТАКТНА ВЗАЄМОДІЯ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЙ, ЩО МАЮТЬ ЗМІЦНЕНІ ПОВЕРХНЕВІ ШАРИ

Ткачук М. М., Грабовський А. В., Кохановська О. В., Пінчук Н. В., Кравченко С. О., Ткачук М. А., Льозний О. С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Для підвищення характеристик міцності та довговічності контактуючих елементів машинобудівних конструкцій їхні поверхневі шари піддаються зміцненню. Серед множини інших методів зміцнення натепер широкого застосування знайшли: покриття на основі нітридних та оксидних сполук, електроіскрове легування, а також комбіноване дискретно-континуальне зміцнення. За останнім способом одна із контактуючих деталей покривається архіпелагом зон дискретного зміцнення із матеріалом, трибомеханічні характеристики якого набагато вищі, ніж у основного матеріалу деталі. Інша деталь у парі покривається континуально, тобто суцільним покриттям (нітридне або оксидне тощо).

Таким чином, при передачі силової та кінематичної взаємодії між зміцненими тілами утворюються проміжні шари, властивості котрих різко відмінні від властивостей матеріалів деталей у глибині. Якщо взяти до уваги, що задля підвищення міцності розробники прагнуть проєктувати контактуючі поверхні деталей із якомога більш близькою формою, то на контактну взаємодію цих елементів конструкцій цей чинник (тобто властивості проміжних поверхневих шарів матеріалів) починає впливати усе більшою мірою (порівняно із випадком контакту необроблених таким способом деталей).

Із описаних вище особливостей фізичної моделі контактної взаємодії елементів машинобудівних конструкцій випливають особливості математичної моделі визначення напружено-деформованого стану (НДС) цих контактуючих тіл.

У підсумку математична модель контактної взаємодії тіл складається із системи рівнянь теорії пружності із неоднорідними властивостями матеріалів та умов непроникнення тіл одне в одне. При цьому усі ці співвідношення мають складові, що залежать, з одного боку, від проєктних, а, з іншого, – від технологічних чинників.

Отримувана математична модель НДС контактуючих тіл є суттєво нелінійною. Для розв'язання задачі визначення розподілу контактного тиску та області контакту між тілами можна адаптувати та розвинути методи теорії варіаційних нерівностей або варіаційний принцип Калькера. Це і було здійснено, причому із імплементацією у модель НДС як варійованих параметрів зазначених вище проєктно-технологічних чинників.

Враховуючи наскрізну параметричність, властиву усім проєктним і технологічним чинникам, які впливають на контактну взаємодію зміцнених тіл, отримувані розв'язки задач аналізу їх НДС та синтезу проєктно-технологічних рішень мають більшу міру адекватності, з одного боку, та ефективності, – з іншого.

Дослідження здійснені у рамках проєкту НФДУ 2023.04/0036 «Дослідження та розробка пристрою для відновлення елементів військової техніки шляхом дискретно-континуального зміцнення конструкцій».

ДИНАМІЧНІ ПРОЦЕСИ У СИСТЕМІ «ТАНКОВИЙ ДВИГУН–ТУРБІНА-НАГНІТАЧ ПОВІТРЯ»

Ткачук М. М.[1], Шуть О. Ю.[2], Ліпейко А. І.[3], Овчаров Є. М.[3], Прокопенко М. В.[1], Хлань О. В.[1], Ткачук М. А.[1]

[1]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

[2]АТ «Укроборонпром», м. Київ

[3]Державне підприємство «Завод ім. Малишева», м. Харків

Проєктування танкових двигунів із урахуванням усе зростаючої тенденції до підвищення їхньої потужності стикається із обмеженнями нагнітачів повітря. Ці нагнітачі працюють за високих швидкостей обертання робочих коліс. Відповідно, виникають проблеми із міцністю, жорсткістю та втратою стійкості із-за впливу динамічних навантажень, спричинених високими частотами обертання роторної частини нагнітачів (вал на опорах та насадженим на ньому робочим колесом). Це тягне за собою необхідність визначення напружено-деформованого стану робочого колеса, з одного боку, та критичних швидкостей обертання роторної частини, – з іншого.

Для аналізу напружено-деформованого стану та критичних швидкостей обертання роторної частини нагнітача повітря розроблена єдина математична та чисельна моделі, які об'єднують ці два проблемні аспекти. Ці комплексні моделі містять параметри, які описують конструктивні та технологічні рішення робочого колеса, валу та пружних підшипникових опор роторної частини нагнітача.

Створена модель дає можливість визначати вплив цих варійованих технічних рішень, а також робочих режимів, на рівень напружень, переміщень та на критичні режими обертання роторної частини. Установлені таким чином закономірності створюють підстави для обґрунтування варіантів технічних рішень нагнітачів повітря, що відповідають вимогам міцності, жорсткості, стійкості руху за підвищеної інтенсивності робочих режимів.

Важливою особливістю при цьому є урахування у єдиній моделі:

– із точки зору відтворення різних процесів і станів – напружено-деформований стан і критичні швидкості обертання;

– із точки зору технічних варіантів: поєднання проєктних і технологічних рішень;

– із точки зору компонувальних міркувань – побудова моделей динамічних систем, які поєднують «танковий двигун–турбіна-нагнітач повітря».

ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ БРОНЕТАНКОВОГО ОЗБРОЄННЯ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ ЗА ДОСВІДОМ РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ

Шаталов О. Є.[1], Варшавський О. В.[1], Васильєв А. Ю.[2]
[1]Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, м. Львів
[2]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Враховуючи бойовий досвід застосування бойових броньованих машин (ББМ), визначено, що організаційно-штатна структура підрозділів розроблена для виконання класичних бойових задач. До появи дронів машини обладнувались протикумулятивними екранами від гранат РПГ та ракет ПТРК. Залучення ББМ для виконання бойових задач під впливом нового засобу ураження («ланцет», FPV, дронів на оптоволокні) призвели до збільшення кількості втрат ББМ. Поява дронів змусила проводити роботи з обладнання бойових машин екранами («капюшонами») у верхній напівсфері. Масовість застосування дронів призводить також до постійної зміни характеру виконуваних завдань із застосуванням ББМ.

До масованого застосування дронів для всіх оперативно-тактичних задач, застосовувалися як гусеничні, так і більш мобільні – колісні ББМ. На поточний момент, через застосування противником дистанційного мінування шляхів пересування проти ББМ, в тому числі, за допомогою дронів, збільшились випадки пошкодження коліс, що продемонструвало більшу стійкість гусеничного рушія. Це призвело до обмеження залучення колісних ББМ до виконання бойових та логістичних задач. При цьому, на поточний момент основна кількість ББМ взагалі відведена командуванням на 20 і більше кілометрів від переднього краю.

На поточний момент для надання вогневої підтримки піхотинцям командування створило бронегрупи, у складі 3-4 ББМ на гусеничному рушії, які мають комплексний захист, що складається з «капюшонів», бортових екранів, та засобів РЕБ, при цьому зберігаючи можливість вести вогонь з усіх наявних засобів ураження. Для проведення ротації особового складу на бойових позиціях, евакуації поранених, підвозу боєприпасів та іншого майна залучаються гусеничні машини, обладнані круговим захистом.

Відведення ББМ у глибину оборони, зменшення інтенсивності їх застосування призвели до зменшення пошкоджень та безповоротних втрат бойових машин. Проте це не можна вважати рішенням проблеми.

Разом із тим зміни в характері виконуваних завдань із залученням ББМ, зменшення інтенсивності їх застосування, бажання зменшити втрати бойових машин внаслідок застосування противником дронів та недостатнє поповнення втрат особового складу піхотних підрозділів негативно вплинули на укомплектованість екіпажами бойових підрозділів та підрозділів забезпечення. Відповідно, потрібно розробити комплексний підхід до вирішення поточних проблем із застосуванням ББМ для всього переліку тактичних задач.

НАПРЯМКИ ПОКРАЩЕННЯ ЗАСТОСУВАННЯ БРОНЕТАНКОВОГО ОЗБРОЄННЯ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ ЗА ДОСВІДОМ РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ

Шаталов О. Є.[1], Варшавський О. В.[1], Васильєв А. Ю.[2]
[1]Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, м. Львів
[2]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Враховуючи бойовий досвід застосування бойових броньованих машин (ББМ), напрямками покращення ситуації може бути:

- насичення піхотних підрозділів системами дистанційного ведення бою (Стугна П, Шабля, роботизованими платформами для підвозу матеріальних засобів та евакуації поранених);
- проведення укомплектування піхотних підрозділів навченим особовим складом, що пройшов відповідну підготовку. Доведення до 100 % укомплектованості екіпажів бойових машин та підрозділів забезпечення;
- із залученням науковців ЦНДІ ОВТ ЗС України розроблення рекомендацій для вдосконалення захисту для танків.
- До отримання науково обґрунтованих рекомендацій пропонуються наступні, а саме: із бортовими протикумулятивними екранами на відстані 500-700мм від борту танка (при цьому необхідно передбачити можливість складання, знімання екранів для забезпечення похідного, бойового положення), на верхню напівсферу встановлювати «капюшони» типу «Аквапласт», передню частину прикривати системою типу павутиння, захист поєднувати з динамічним захистом «Контакт 1», «Ніж», при цьому зберігати можливість вести вогонь з усіх наявних засобів ураження танка.
- для бойових машин: БМП, БТР, броньованих автомобілів, які входять в склад бронегруп, передбачити встановлення аналогічного комплекту бронезахисту до запропонованих для танків, але з урахуванням меншої товщини броні (що унеможливлює у деяких випадках використання динамічного захисту), та більш жорстких обмежень за масою, при цьому зберігати можливість вести вогонь з усіх наявних засобів ураження ББМ;
- для проведення ротації особового складу на бойових позиціях, евакуації поранених, підвозу боєприпасів та іншого майна використовувати гусеничні машини обладнані захистом на 360º.

У тривалій перспективі – провести аналіз результатів експлуатації наявних зразків ББМ, на основі аналізу визначити найбільш прийнятні 1-2 зразки за відповідними класами; розробити державну програму з налагодження виробництва, ремонту та технічного обслуговування обраних зразків підприємствами бронетанкобудування; налагодити процес навчання особового складу у військових ВНЗ, навчальних центрах; внести зміни в керівні документи з метою організації експлуатації визначених зразків ББМ в армійських корпусах, військових частинах.

СЕКЦІЯ 3
КОМП’ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ, ПРИКЛАДНА ФІЗИКА ТА МАТЕМАТИКА

3.1 МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В МЕХАНІЦІ І СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ

РОЗРОБКА ТА РЕАЛІЗАЦІЯ АНАЛІТИЧНОГО АЛГОРИТМУ ПОБУДОВИ РІВНЯНЬ У ПСЕВДОКООРДИНАТАХ ДЛЯ ССКА КІДИМ У ЗАДАЧАХ МОДЕЛЮВАННЯ ПОЛЬОТУ БПЛА

Андрєєв Ю.М., Дружинін Є.І.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Моделювання просторових польотів безпілотних літальних апаратів (БПЛА) вимагає точних та ефективних математичних моделей. Використання псевдокоординат і псевдошвидкостей дозволяє спростити ці моделі при збереженні їх високої точності.

В докладі розроблено та реалізовано аналітичний алгоритм побудови рівнянь руху БПЛА у псевдокоординатах на базі спеціального аналітичного опису механічної моделі і методів аналітичної механіки. До переваг використання такого підходу можна віднести:

1. Спрощення обчислень, бо завдяки структурі псевдозмінних рівняння мають простішу форму, що пришвидшує чисельне інтегрування.
2. Адаптивність до задач управління, тому що формулювання рівнянь у псевдокоординатах зручніше для застосування методів автоматичного керування у системах зворотного зв'язку.
3. Покращення стабільності моделі внаслідок зменшення впливу чисельних похибок, особливо при моделюванні нестійких режимів польоту або переходах між режимами.

Алгоритм реалізовано в рамках програмного модуля Динаміка ССКА КіДиМ, що дозволяє генерувати рівняння руху для різних конфігурацій БПЛА автоматично. Ще більші переваги проявляються при складанні рівнянь багатьох БПЛА, що рухаються одночасно, в так званому рою.

В докладі наведено приклад побудови і використання для розрахунків моделі мультикоптера, в склад якого входять шість пропелерів – центральний і чотири з вертикальними осями, п'ятий – з поперечною горизонтальною [1]. Показано, що в ССКА КіДиМ достатньо лише задати аеродинамічні сили і моменти та сили опору повітря, а рівняння динаміки БПЛА, що включають, крім заданих, сили і моменти сил інерції та гіроскопічні моменти отримуються автоматично в найбільш компактної формі. Для використання дискретного управління, що пропоновано в статті [1], в ССКА КіДиМ спеціально розроблений аналітичний модуль.

Показано, що використання псевдокоординат і псевдошвидкостей у задачах моделювання БПЛА є перспективним напрямом, особливо в задачах моделювання роя БПЛА, що дозволяє підвищити точність, швидкодію та стійкість математичних моделей.

Література:

1. Успенський В. Б. Розробка та комп'ютерна реалізація моделі руху та алгоритмів управління гібридного мультикоптера / В. Б. Успенський, С. Є. Гардер // Вісник НТН «ХПІ». Серія: Динаміка та міцність машин. – Харків : НТУ «ХПІ», 2022. – № 1 (2022). – С. 94 – 106.

КОМП'ЮТЕРНЕ АНАЛІТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ БАЛОЧНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Андрєєв Ю.М., Лавінський Д.В.
Національний технічний університет «Харківській політехнічний інститут», м. Харків

Одномірні елементи, які традиційно називають стержнями, валами або балками є конструкційними елементами багатьох машин, приладів, апаратів тощо. Тут можна відзначити, наприклад, несучі конструкції (рами) літальних апаратів, у тому числі й безпілотних. При проектуванні об'єктів нової техніки або вдосконаленні вже існуючих, постає потреба у розрахункових дослідженнях, спрямованих на вивчення деформування – статичного і динамічного. Сучасний підхід вимагає використання чисельних методів при аналізі деформування, найбільш поширеним з яких є метод скінченних елементів (МСЕ), шо реалізований у багатьох програмних комплексах (ПК).

У випадку розрахунків за допомогою МСЕ балочних конструкційних елементів раціонально використовувати спеціальні одномірні (балочні) скінченні елементи, які не потребують геометричних побудов, пов'язаних із формою поперечного перерізу балки – необхідна інформація враховується у вигляді відповідних параметрів: площа, моменти інерції перерізу тощо. Окремі питання виникають при розрахунках за допомогою МСЕ вимушених коливань, перехідних процесів, резонансних режимів. Тут, з нашої точки зору, раціональним є поєднання МСЕ із ПК, орієнтованими на моделювання та розрахунки динаміки матеріальних об'єктів. Спеціалізований ПК КіДиМ, що спирається на спеціальну вбудовану систему комп'ютерної алгебри (ССКА), має автоматичний процес формування диференціальних рівнянь руху та подальше пряме інтегрування, або аналіз вільних ті вимушених коливань.

У статті [1] показано застосування ССКА КіДиМ до моделювання динаміки решітчастих конструкцій із використанням балок Бернуллі-Ейлера і точкових мас в вузлах, де рівняння руху автоматично формуються у загальних координатах, якими обрано декартові координати вузлів і їх кути Крилова.

В даній роботі пропонується інший підхід, який базується на застосуванні псевдокоординат. Визначальні рівняння у псевдокоординатах мають більш компактний вигляд, що потребує значно меншу кількість математичних операцій Це надає суттєві переваги у випадку балочних конструкцій із великою кількістю елементів. Дороблено спеціальний аналітичний опис таких моделей і модуль формування динамічних рівнянь, що дозволяє автоматично отримати диференціальні рівняння в псевдокоординатах і, відповідно – їх форму Коші для чисельного інтегрування. Дається приклад розрахунку динаміки несучої решітки БПЛА з [1], де демонструються переваги пропонованого підходу.

Література:

1. Андрєєв Ю. М., Ковальов Д. Д. Аналітичний опис та алгоритм розрахунків механіки конструкцій з балками Бернуллі–Ейлера у ССКА КіДиМ / Вісник НТУ «ХПІ». Серія: ММТТ, 2024, 1 (6): 3-11.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВЗАЄМОДІЇ МАСИВНОГО ІНДУКТОРА ІЗ ТОНКОЮ ЕЛЕКТРОПРОВІДНОЮ ОБОЛОНКОЮ

Барбін К.А., Лавінський Д.В.
Національний технічний університет «Харківській політехнічний інститут», м. Харків

Взаємодія електромагнітного поля (ЕМП) із різними матеріалами є досить різнобічною та залежить від властивостей матеріалів. Найбільш яскравим впливом на електропровідні матеріали є силовий (завдяки виникненню електромагнітних сил) та тепловий (завдяки тепловиділенню відповідно до закону Джоуля-Ленца) впливи.

Силовий вплив ЕМП на тіла з електропровідних матеріалів використовується у класі технологічних операцій: електромагнітна обробка матеріалів ЕОМ. Докладний огляд сучасного стану проблеми стосовно технологічних систем ЕОМ надано у роботі [1]. Узагальнено, основною метою технологічної операції ЕОМ є створення таких умов, за яких у заготовці вникнуть незворотні деформації і заготовка прийме необхідну конфігурацію.

Під час технологічної операції ЕОМ силовому впливу також піддається й технологічне оснащення, основним елементом якої є індуктор – джерело ЕМП. При розробці нових та удосконалені вже існуючих технологічних операцій ЕОМ важливо забезпечувати умови, за яких індуктор залишається працездатним і, одночасно, заготовка незворотно деформується потрібним чином. Досягти цього можна проводячи відповідне математичне моделювання та розрахункові дослідження.

У роботі розглянуто математичне моделювання взаємодії тонкої оболонки із внутрішнім масивним одновитковим індуктором відповідно до операції ЕОМ - «роздача». Моделювання проводилось із застосуванням методу скінченних елементів. На першому етапі одержані просторово-часові розподіли основних кількісних характеристик ЕМП в рамках одного імпульсу поля. На другому етапі для максимальних значень параметрів ЕМП проведено розрахунковий аналіз деформування системи. Визначені величини вхідних параметрів ЕМП, за яких у матеріалі оболонки з'являються зони деформацій пластичності, при цьому індуктор продовжує деформуватись пружно, тобто залишається працездатним.

Література:

1. Psyk V., Risch D., Kinsey B. L., Tekkaya A. E., Kleiner M. Electromagnetic forming – a review. Journal of Materials Processing Technology. 2011, vol. 211, no. 5, pp. 787–829. https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2010.12.012

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ДЕФОРМУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРОВІДНОЇ ОБОЛОНКИ У ЗМІННОМУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОМУ ПОЛІ

Барбін К.А., Лавінський Д.В.
Національний технічний університет «Харківській політехнічний інститут», м. Харків

Різноманітні технічні об'єкти під час своєї експлуатації піддані дії електромагнітних полів (ЕМП). До таких об'єктів можна віднести, наприклад, пристрої перетворення чи передачі електричної енергії, пристрої захисту від блискавок, пристрої для імпульсної геологічної розвідки тощо. Велика кількість технологічних операцій, що використовує енергію ЕМП, відноситься до класу електромагнітної обробки матеріалів. Під час експлуатації енергія ЕМП може сягати таких рівнів, за яких (внаслідок виникнення електромагнітних сил) деформування електропровідних елементів технічних об'єктів стає небезпечним. Адекватне математичне та розрахункове моделювання дозволяє визначити раціональні значення основних конструкційних та експлуатаційних параметрів, при яких пристрої залишаються працездатними.

Досить часто важливими складовими пристроїв, підданих дії ЕМП, є тонкостінні елементи (пластини та оболонки). Моделювання процесу деформування у даному випадку може проводитись у двох напрямках: або з використанням спеціальних підходів та теорій стосовно деформування електропровідних оболонок (як, наприклад, у роботі [1]), або із використанням методу скінченних елементів (МСЕ), коли у рамках єдиної розрахункової моделі можна проводити дослідження і з розповсюдження ЕМП, і з можливого процесу тепловиділення (відповідно до закону Джоуля-Лєнца), і дослідження процесу деформування. Причому при використанні МСЕ ми не маємо певних обмежень і можемо розглядати як пружне деформування та і непружне. Так само при використанні МСЕ не має необхідності спеціальним образом враховувати особливості геометрії оболонки (наприклад зміну її товщини).

Як приклад був проведений розрахунок (із використанням МСЕ) деформування тонкої циліндричної електропровідної оболонки змінної жорстокості. Геометричні розміри, умови закріплення і навантаження обирались так само, як у роботі [1]. Метою досліджень було порівняння із метою верифікації окремих результатів стосовно основних тензорно-векторних характеристик процесу деформування. Аналіз результатів показав непоганий збіг (відхилення не більше 10%) розв'язання МСЕ у порівнянні із даними роботи [1].

Література:

1. Mol'chenko, L.V., Loos, I.I. Asymmetric Deformation of Shells of Revolution of Variable Stiffness in a Nonstationary Magnetic Field. *Int Appl Mech* **55**, 311–320 (2019). https://doi.org/10.1007/s10778-019-00957-z

МОДЕЛЮВАННЯ БІОМЕХАНІКИ СИСТЕМИ «КІСТКА-ІМПЛАНТ-ПРОТЕЗ»

Барбін[1] К.А., Лавінський[1] Д.В., Ларін[1] О.О., Ситенко[2] О.М.
[1]Національний технічний університет «Харківській політехнічний інститут», м. Харків
[2]ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М. І. Ситенка НАМН України», м. Харків

У даний час в Україні все більш гострою стає проблема протезування втрачених кінцівок. Покращення якості протезу – це необхідна умова для того, щоб людина з ампутацією якомога простіше та швидше повернулась до повноцінного життя. Оскільки будь-яка людина є унікальною з точки зору її біометричних показників, то і для досягнення найкращих показників з точки зору ергономіки кожен конкретний протез має бути унікальним. Унікальність має забезпечуватись відповідними розрахунковими дослідженнями у тому числі й процесу деформування. Спираючись на відповідний розрахунковий аналіз можна встановлювати раціональні значення основних геометричних та експлуатаційних параметрів, які властиві протезу. Одним із сучасних напрямків розвитку індустрії протезування є створення протезів із так званими імплантами, тобто елементами, які безпосередньо зрощуються із кісткою. Подібний підхід має деякі переваги перед традиційним застосуванням зовнішніх протезів: наприклад, зменшується або зовсім виключається тертя поміж протезом та м'якими тканинами культі, спрощується та покращується процес керування протезом під час руху людини, тощо. У випадку застосування протезів із імплантами стає необхідність проведення розрахункових досліджень деформування систем «кістка-імплант-протез».

У роботі розглядалась система, що містила верхню частину стегнової кістки, імплант та модель протезу. Навантаження розглядалось прикладеним статично до голівки стегнової кістки, навантаження у даному випадку відповідало людині вагою 90 кг. Метою дослідження є вивчення впливу коефіцієнту тертя поміж кісткою та імплантом на міцність. Справа в тім, що із часом умови взаємодії поміж кісткою та імплантом змінюються – збільшується ступень остеоінтеграції і можна стверджувати, що коефіцієнт тертя збільшується. У розрахунках варіювалась величина коефіцієнту тертя поміж імплантом та кісткою від 0,2 (початковий момент – імплант тільки вставлений) до 6 (майже повне зрощення). У якості показників, за допомогою яких оцінювалась міцність, використані еквівалентні напруження. Для кістки розглядались еквівалентні напруження відповідно до критерію Мора (оскільки матеріал має різні значення межі міцності при розтязі та стиску), для імпланту – інтенсивність напружень.

Аналіз одержаних результатів дозволяє стверджувати, що при розглянутому навантаженні і кістка, і імплант не зруйнуються, оскільки максимальні еквівалентні напруження є значно меншими за гранично допустимі.

МАТЕМАТИЧНЕ ТА КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ МІСЬКОГО НАСЕЛЕННЯ

Бреславський Д.В., Броварник О.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Використання методів математичного моделювання у нових областях науки є перспективним шляхом для відтворення базових закономірностей процесів на якісному та кількісному рівнях. Однією з таких можливостей є застосування математичних методів аналізу даних та їхнього подальшого використання при комп'ютерному моделюванні соціальних процесів. Доповідь присвячено опису математичної моделі, методу та алгоритмів розв'язання задачі опису нестаціонарного процесу динаміки міських популяцій.

Область визначення задачі є двовимірною та моделює деяку країну у певний історичний період. Як граничні розглядаються умови другого роду у формі потоку населення через кордони. Розглядається функція нестаціонарного та залежного від координат зростання/зменшення населення за областю визначення задачі. За аналізом різниці між потоками населення, яка складається з вхідного та вихідного потоків, його змінювання всередині країни та швидкості змінювання населення у часі отримується диференційне рівняння другого порядку у частинних похідних відносно величини густини потоку переміщення населення в двох напрямках.

Отримане диференційне рівняння розв'язується з застосуванням різницевого методу інтегрування за часом. На кожному кроці інтегрування задача розв'язується з використанням методу зважених відхилів у формі Гальоркіна. Після переходу до слабкого формулювання та кусково-визначених базисних функцій задача переформулюється для використання методу скінченних елементів (МСЕ). Застосовано двовимірний скінченний елемент у формі трикутнику з лінійними функціями форми. Праві частини отримуються за визначенням функцій джерел та граничних умов другого роду. За розв'язанням на кожному кроці за часом отриманої системи лінійних алгебраїчних рівнянь МСЕ визначаються області значної концентрації населення.

Для реалізації розробленого підходу та методу розв'язання задачі створено програму мовою C++. Основні скінченноелементні алгоритми й підходи до проектування та розробки постпроцесорної програми описано у [1]. Виконано моделювання процесів зростання міст та динаміки популяцій на теренах сучасної України та наближених територій, що складали державу Київських князів у X–XI сторіччях. Отримані дані порівняно з датасетами, отриманими при аналізі інформаційних джерел за допомогою розроблених програм [1].

Література:

1.Бреславський Д., Броварник О. Використання методу зважених відхилів у формі МСЕ для апроксимації двовимірних розподілів // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Динаміка та міцність машин. – 2024. – №. 1. – С. 36-41.

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ДЕФОРМУВАННЯ ТА РУЙНУВАННЯ ПЛАСТИН З НАДРІЗАМИ

Бреславський Д.В., Грошевий М.О., Татарінова О.А., Хорошун А.С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Комп'ютерне моделювання елементів конструкцій сучасного авіаційного та енергетичного машинобудування, які працюють при високих температурах, потребує створення, верифікації та імплементації до програмного забезпечення нових рівнянь стану, що відповідають особливостям роботи нових матеріалів. Такі рівняння стану мають бути придатними до застосування у поширених програмних комплексах, насамперед скінченноелементного аналізу, та відповідати вимогам фізичної обґрунтованості, незалежності від систем координат та іншим. Доповідь присвячено опису шляхів побудови рівнянь стану до опису високотемпературної повзучості й пов'язаного з нею накопичення прихованої пошкоджуваності з використанням некласичних підходів та їхнього використання при комп'ютерному моделюванні.

Розглянуто два типи підходів до отримання рівнянь стану. Перший з них ґрунтується на комп'ютерному аналізі зображень мікроструктури зразків з відповідного металу або сплаву. Метод побудовано на виділенні фрагментів структури матеріалу зі властивостями, які відповідають якісним змінам у процесі деформування та накопичення прихованих пошкоджень. Як приклад розглянуто деформування при повзучості жароміцного сплаву CMSX-4 з поточним аналізом розмірів γ-фази в структурі матеріалу.

Другий підхід побудовано на використанні експериментальних даних щодо істотно більшого впливу малих значень діючих напружень на великих проміжках часу, який пов'язаний з процесами високотемпературного старіння, окислення та подібних до таких. Експериментально отриману криву довготривалої міцності з різними ділянками, що відповідають різним механізмам накопичення прихованих пошкоджень, обробляють з використанням нелінійної залежності від рівня напружень. Отриманий вираз використовується при формулюванні еволюційного рівняння для параметру пошкоджуваності.

Розроблені рівняння імплементовано до програмного забезпечення, яке використовує різницеві методи інтегрування нелінійних задач зі скінченноелементною апроксимацією розв'язків на кожному кроці за часом [1]. Як приклад розглянуто деформування різних типів пластин з надрізами, які моделюють поведінку навантажених зразків при експериментальному дослідженні. Обговорюються отримані при розрахунковому аналізі розподіли напружень, деформацій та параметрів пошкоджуваності за пластинами.

Література:

1. Бреславський Д.В. Проектування та розробка скінченноелементного програмного забезпечення / Д.В. Бреславський, Ю.М. Коритко, О.А. Татарінова. – Харків, «Підручник НТУ «ХПИ», 2017. – 232 с.

ПОЗДОВЖНІ ВЛАСНІ КОЛИВАННЯ ТА ЛІНІЙНИЙ АНАЛІЗ СТІЙКОСТІ БАЛОК ЗМІННОЇ ТОВЩИНИ З ФУНКЦІОНАЛЬНО-ГРАДІЄНТНОГО МЕТАЛ-МАТРИЧНОГО КОМПОЗИТУ

Бурлаєнко В.М.[1], Марсавіна Л.[2], Веретельник В.В.[1]
[1]***Національний технічний університет «ХПІ», Харків, Україна***
[2]***Політехнічний університет Тімішоари, Тімішоара, Румунія***

Метал-матричні композити (ММК) – це сучасні матеріали, що складаються з двох різних фаз: металевої матриці та дисперсної армуючої фази. Ці композити широко застосовуються в аерокосмічній галузі завдяки покращеним механічним властивостям, таким як підвищена міцність і жорсткість, знижена теплопровідність і менша густина [1]. У зв'язку з цим подальше вивчення механічної поведінки конструкцій з ММК є важливим для забезпечення їх надійної експлуатації.

У цьому дослідженні розглядається аналіз власних коливань і втрати стійкості балок, виготовлених з функціонально-градієнтних ММК зі змінним поперечним перерізом. Враховано різні граничні умови, форми балок і профілі градієнта матеріалу. Для виведення керівних рівнянь використано балочну теорію Ейлера–Бернуллі та принцип Гамільтона. Гомогенізовані властивості функціонально-градієнтних композитів визначено за правилом сумішей. Припускається, що властивості матеріалу змінюються за степеневим законом уздовж довжини балки. Метод диференціального перетворення використано для отримання напіваналітичних розв'язків, що охоплюють різні типи граничних умов у межах узагальненого підходу до формулювання задачі [2].

Проведено параметричні дослідження, щоб оцінити вплив профілю градієнта матеріалу на власні частоти та критичну силу втрати стійкості балок з ММК. Також проаналізовано комбінований вплив розподілу градієнта матеріалу та варіації поперечного перерізу на ці характеристики. Дослідження виконано також за різних граничних умов, щоб оцінити їхній вплив на частоти власних коливань і критичне навантаження. Результати показали, що збільшення вмісту армуючої фази, що відображається зростанням степеневого показника в розподілі матеріалу, значно покращує характеристики балок з ММК. Зокрема, критичне навантаження на втрату стійкості зростає більш істотно порівняно з основною власною частотою. Крім того, як варіація поперечного перерізу, так і граничні умови суттєво впливають на зміну частоти власних коливань та критичного навантаження.

Література:

1. Gupta P.K. Metal matrix composites for sustainable products: A review on current development/ Gupta PK, Trivedi AK, Gupta MK, Dixit M. // Proc. Inst. Mech. Eng., Part L, vol. 238 N. 10, 2024. – P. 1827-1864.

2. Burlayenko V.N. Free vibration analysis of functionally graded carbon nanotube-reinforced beams with variable cross-section using the differential transform method / Burlayenko V.N., Sadowski T., Marsavina L. // Meccanica, 2025. – In press.

СИНГУЛЯРНІ ІНТЕГРАЛЬНІ РІВНЯННЯ В ЗАДАЧІ ДИФРАЦІЇ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ ХВИЛІ НА ДВОХ СТРІЧКАХ

Ванін В.А.[1], Кошовий Г.І.[2]

[1]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, [2]Інситут радіофізіки та електроніки ім. О.Я. Усикова НАН України, м. Харків

Розглядається модель для задачі дифракції Е-поляризованої електромагнітної хвилі, падаючої на систему із двох стрічок Рис.1, у вигляді системи (1) сингулярних інтегральних рівнянь першого роду [1]

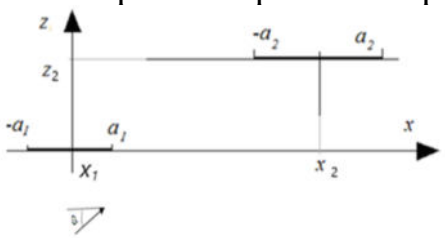


Рис.1

$$\sum_{n=1}^{2}\int_{-1}^{1} j_n(t)\cdot H_0^{(1)}\left(\sqrt{\left(k(x_{n0}-x_{m0})+\alpha_m\tau-\alpha_n t\right)^2+k^2(z_{n0}-z_{m0})^2}\right)dt = 4i\frac{\exp[ik(q_1x_{m0}+q_3z_{m0})]}{q_3\mu-1}\cdot\exp(iq_1\alpha_m\tau),$$

$$|\tau|<1, \quad m=1,2. \tag{1}$$

Виокремлюючи в аналітичному вигляді функції Ганкеля логарифмічну особливість отримаємо систему яку, скориставшись формулою обернення Карлемана в алгоритмі напівобернення оператора задачі, перетворимо до системи інтегральних рівнянь другого роду.

При чисельних дослідженнях використовують безпосередню апроксимацію (1) і в сингулярну частину включають, при необхідності, не тільки логарифмічну складову

$$\begin{cases}(S11+R11)\cdot J1+A12\cdot J2=F1\\ A21\cdot J1+(S22+R22)\cdot J2=F2\end{cases} \tag{2}$$

Більш досконале вивчення особливостей дифракції на системі стрічок (антен) можливо з використанням чисельних методів безпосередньо до системи рівнянь Максвелла[2]. Отримані чисельні результати для (2) порівнювались з відомим асимптотичним (довгохвильовим) наближенням для (1) і співпадали з достатньою точністю. Подальші чисельні дослідження проводилися в неасимптотичні області. Отримані розподіли густини струму на стрічках однакового розміру при різних довжинах падаючої хвилі, різних кутах падіння та при зміні взаємного розташування стрічок на площині.

Література:

1. Koshovy G.I., Koshovy A.G.: The Regularization Technique in Modeling of the Plane *E*-Polarized EM Wave Scattering by Coplanar System of Electrically Conducting Flat Strips, Applied Sciences (Switzerland), 2023,13(9),5488.

2. Vanin V. A., Prosvirnin S. L. Difraktsiya nestatsionarnoy elektromagnitnoy volny na biperiodicheskoy reshetke [Diffraction of non-stationary electromagnetic waves on biperiodic grates]. Radiophizika i radioastronomiya [Radiophysics and radio astronomy]. 2004, vol. 9, no. 4, pp. 417– 429.

МОНОТОНІЗАЦІЯ РІЗНИЦЕВИХ СХЕМ ПІДВИЩЕНОГО ПОРЯДКУ АПРОКСИМАЦІЇ ДЛЯ РІВНЯНЬ ГАЗОВОЇ ДИНАМІКИ

Ванін В.А., Першина Ю.І., Тулученко Г.Я.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

При дослідженні аеродинамічних течій біля профілів лопаток компресорів, турбін, крила літального апарату, гвинта гелікоптера, напружено-деформівного стану різноманітних конструкцій в полі нестаціонарних сил, явищ магнітної гідродинаміки, взаємодії електромагнітної хвилі з речовиною, резонансів в них необхідно мати досконалі математичні моделі таких явищ та ефективні методи чисельного дослідження задач для них.

Загальний підхід базується на системах нестаціонарних рівнянь законів збереження в відповідних задачах у вигляді

$$\frac{\partial}{\partial t}\vec{U}(\vec{r},t) + DIV\ \vec{F}(\vec{U}(\vec{r},t)) = \vec{Q}(\vec{r},t), \quad \vec{U}(\vec{r},0) = \vec{U}_0(\vec{r}), \quad \vec{R}(\vec{U}(\vec{r},t))\,|_{r\in\partial\Omega} = \vec{R}_0$$

Особливість таких квазілінійний гіперболічних систем диференціальних рівнянь полягає в утворенні розривів у функцій-розв'язків параметрів стану системи навіть при гладких початкових даних та коефіцієнтах в рівняннях [1].

Побудова ефективних методів чисельного дослідження розв'язків початково-крайових задач для таких систем вимагає від них окрім класичних вимог апроксимації, стійкості, збіжності деяких додаткових властивостей. Повна консервативність, монотонність , структура схемної в'язкості та дисперсії – такий неповний перелік необхідних властивостей різницевих схем для якісного виділення особливостей в розв'язках прикладних задач чисельними методвми.

Пропонується різницева схема підвищеного порядку апроксимації для системи рівнянь газової динаміки(рівняння Ейлера) монотонізована по координатах, з використанням технології обмежувальних функцій, при дослідженні трансзвукової течії в міжлопатевому каналі компресора, турбіни(внутрішня задача аеродинаміки) авіаційного двигуна. Узагальнюється ідея монотонізації на неявні схеми з розщепленням багатовимірних задач на послідовність одновимірних (або по процесах) з відповідним збереженням їх властивостей на багатовимірних.

Розглядаються особливості програмних реалізацій запропонованих різницевих схем з використанням додатків для візуалізації при аналізі отриманих чисельних результатів.

Література:

1. Рождественський Б.Л., Яненко Н.Н. Системи квазілінійних рівнянь та їх застосування у газовій динаміці / М.: Наука. -1978. - 688с.

2. Ванін В.А Математичні моделі та чисельні методи в задачах механіки суцільного середовища/ Навчально-методичний посібник. Харків.: НТУ «ХПІ».-2019. 205с.

ДО ЗАДАЧІ КОШІ-ПУАССОНА

Ванін В.А., Черній Д.І.
Національний технічний університет,«ХПІ», м. Харків
Київський національний університет ім Т.Г.Шевченко, м. Київ

Застосування інтегрального представлення розв'язку задачі Коші-Пуассона щодо знаходження у площині ОХУ руху частинок середовища, які складають вільну межу $L(t)$, зводить її до дослідження зв'язаних задач (1), (2):

$$\begin{cases} z = \omega_s(t) \in L(t), \quad t > t_0, \\ \dfrac{d\omega_s(t)}{dt} = \dfrac{1}{2\pi i}\displaystyle\int_{L(t)} \dfrac{f(\omega,t)d\omega}{\omega_s - \omega} \\ L(t_0) = L_0, \end{cases} \tag{1}$$

$$\begin{cases} \forall z = \omega_s(t) \in L(t), \quad t \ge t_0, \\ \dfrac{d}{dt}\mathrm{Re}\left\{\dfrac{1}{2\pi i}\displaystyle\int_{L(t)} \gamma(\omega,t)\ln(\omega_s - \omega)d\omega\right\} = \dfrac{1}{2}\left[\dfrac{1}{2\pi i}\displaystyle\int_{L(t)} \dfrac{\gamma(\omega,t)}{\omega_s - \omega}d\omega\right]^2 - \dfrac{\mathrm{Im}(\omega_s)}{Fr} \\ \displaystyle\int_{L(t)} \gamma(\omega,t)d\omega = \Gamma_0 = 0, \end{cases} \tag{2}$$

В силу мінливості геометрії форми області $D^+(t)$ із невідомою формою межі $L(t)$, рішення задачі про нестаціонарну течію поза непроникної рухомої межі $L(t)$ можливо тільки чисельними методами [1].

Використовуючи метод дискретних вихорів, з регулярізаційним обмеженням їх ядра, для (1),(2) отримаємо еволюцію межі розділу двох середовищ з початковим збуренням (червона крива) в послідовні моменти часу на протязі деякого інтервалу спостереження (Рис.1)

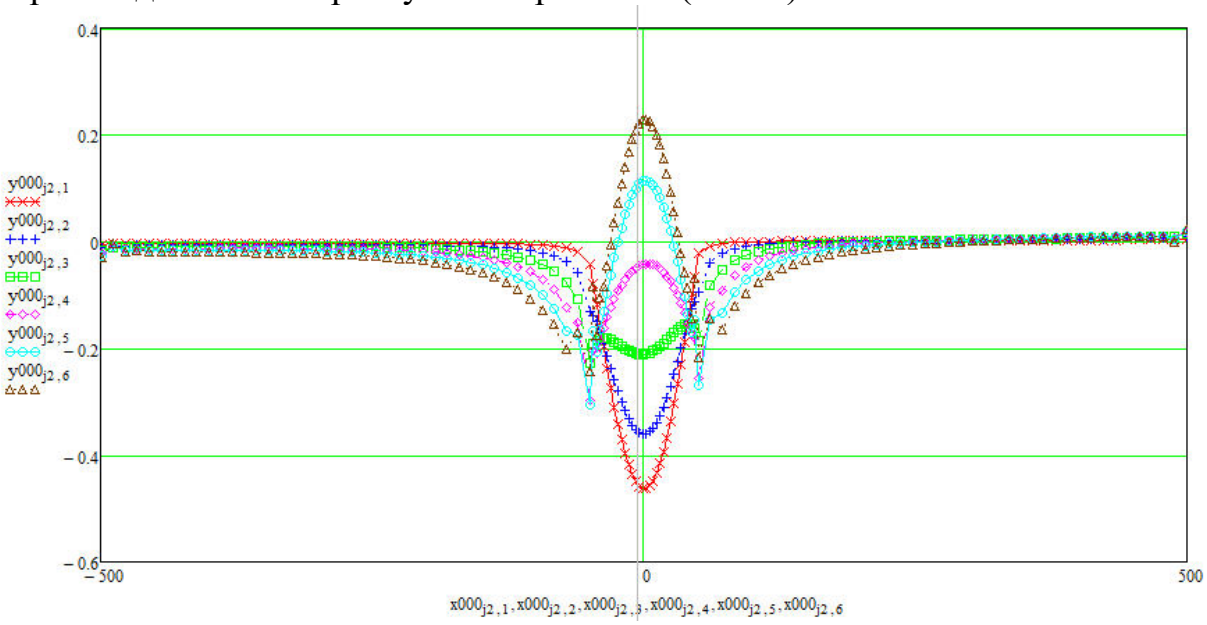


Рис.1 Положення межі розділу середовищ

Література:

1. S.A. Dovgyi, I.K. Lifanov, D.I. Cherniy. *The method of singular integral equations and computational technologies*. Yuston, Kyiv, Ukraine, 2016.

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТАСТРУКТУР З КВАЗІНУЛЬОВОЮ ДИНАМІЧНОЮ ЖОРСТКІСТЮ

Васильченко Н. А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Розробка та аналіз метаструктур з квазінульовою динамічною жорсткістю (QZS) є перспективним напрямком для створення ефективних засобів віброізоляції, особливо у випадках низькочастотних збурень, де традиційні лінійні ізолятори неефективні.

У рамках дослідження була запропонована метаструктура, що складається з множини елементарних комірок [1], кожна з яких демонструє ефект квазінульової жорсткості за рахунок взаємодії жорстких і гнучких елементів. Для дослідження її динамічних властивостей проведено структурний аналіз окремої комірки в середовищі SolidWorks із визначенням діаграм реакційної сили у функції деформації.

Проведене чисельне моделювання дозволило визначити межі стабільності та робочі діапазони деформацій, у яких досягається ефект QZS. Аналіз показав, що в діапазоні малих переміщень структура демонструє мінімальну реакцію на прикладене навантаження при збереженні несучої здатності.

Результати підтверджують придатність даної метаструктури для віброізоляції в умовах різних динамічних впливів, а також її потенціал для інтеграції в транспортні системи або апаратуру, що потребує захисту [2].

Отримані дані можуть слугувати основою для подальшої оптимізації конструкції, зокрема за рахунок підбору матеріалів та геометричних параметрів з метою зменшення маси і розширення діапазону ефективної дії, що у свою чергу дасть змогу реалізувати практичне застосування розробленої системи в умовах реального навантаження та перевірити її ефективність у динаміці.

Роботу виконано за фінансовою підтримкою НФДУ в рамках проєкту 2023.03/0255.

Література:

1. Fan Haigui, Yang Lijuan, Tian Yuchen, Wang Zewu. Design of metastructures with quasi-zero dynamic stiffness for vibration isolation. Composite Structures. 2020. Vol. 243. P. 112244. DOI: 10.1016/j.compstruct.2020.112244

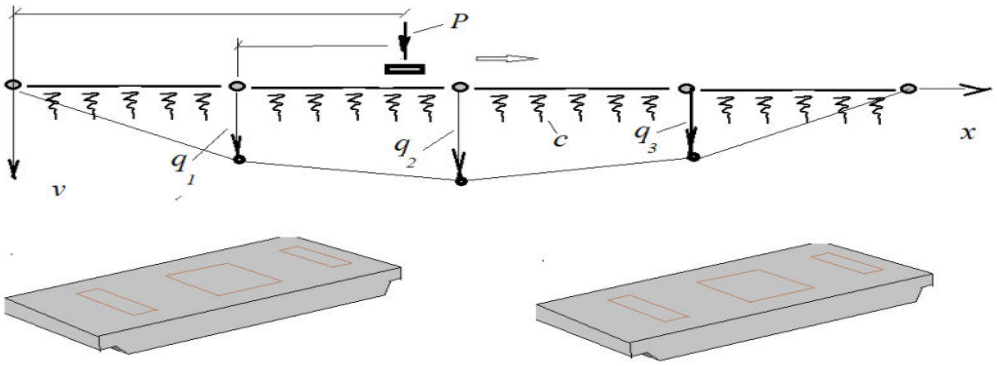
2. Dalela Srajan, Balaji P. S., Leblouba Moussa, Trivedi Suverna, Kalam Abul. Nonlinear static and dynamic response of a metastructure exhibiting quasi-zero-stiffness characteristics for vibration control: an experimental validation. Scientific Reports. 2024. Vol. 14, No. 1. DOI: 10.1038/s41598-024-70126-x

ПОБУДОВА ДИНАМІЧНОЇ МОДЕЛІ ПЛАВУЧОЇ ПОНТОННОЇ ПЛАТФОРМИ ПРИ ДІЇ РУХОМОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Грищенко В М, Белинська В. Р
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сучасні технології з використанням інженерних споруд морського, річкового призначення знаходять активне застосування. Вони пов’язані з вітроенергетичними установками, транспортними перевозками, нафтогазодобуванням в акваторіях, проведенням геологічних розробок, будівництвом мостових споруд, переправ, тощо. Важливою задачею при проектуванні і експлуатації є визначення їх поведінки при дії динамічного навантаження широкого спектру, зокрема, рухомого. Це можуть бути переміщення вантажів з різними швидкостями, тощо. Природно провести моделювання цього процесу з врахуванням основних факторів впливу.

В даній роботі розглядається важливий аспект рішення проблеми, пов'язаний з побудовою динамічної моделі плавучої понтонної платформи зі скінченним числом ступенів свободи при дії інерційного навантаження, що рухається з постійною швидкістю. Модель платформи складається з абсолютно жорстких секцій шарнірно з’єднаних між собою, що плавають без відриву від водної поверхні. В цілому конструкція створює гнучку кусково-лінійну поверхню. Задача приводиться до визначення вертикальної динаміки всієї споруди, встановленої на пружній основі. Сили спливання приймаються пропорційними величинам занурення.



Для формування системи диференціальних рівнянь зі змінними коефіцієнтами використовуються рівняння Лагранжа II роду, чисельне інтегрування яких виконується методом Рунге-Кутта в системі програмування Matlab.

Таким чином, розроблена динамічна та математична моделі плавучої платформи, яка враховує важливі фактори процесу і може бути використана для прогнозування її поведінки, підвищення надійності, стабільної та безпечної роботи.

РОЗРОБКА ВЕБ-ДОДАТКУ ДЛЯ ПОШУКУ ЖИТЛА З ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЮ СИСТЕМОЮ РЕКОМЕНДАЦІЙ

Губанов О.С., Сенько А.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В умовах розвитку ринку короткострокової оренди житла зростає потреба у цифрових рішеннях, які дозволяють користувачам ефективно здійснювати пошук та підбір житла відповідно до індивідуальних критеріїв. Одним з перспективних напрямів є створення веб-застосунків, які поєднують зручний інтерфейс із базовими елементами інтелектуальної системи рекомендацій.

Основною метою є створення додатку з інтелектуальною системою рекомендацій, що забезпечує персоналізований пошук житла, враховуючи індивідуальні потреби користувачів. Для досягнення високої точності рекомендацій використовуються сучасні алгоритми та підходи обробки даних. Застосування математичних моделей для оцінювання схожості між запитами користувачів і характеристиками житла стане фундаментом для підвищення точності результатів пошуку та сприятиме персоналізації алгоритму рекомендацій.

У представленій роботі розроблено прототип веб-додатку для пошуку житла з можливістю автоматизованого підбору об'єктів за заданими параметрами (локація, ціна, кількість кімнат, тип житла тощо). Додатково реалізовано механізм рекомендацій, що дозволяє запропонувати користувачу варіанти, схожі на вже переглянуті або обрані ним, на основі простих правил оцінки схожості характеристик.

Програмну реалізацію здійснено із використанням сучасного JavaScript-фреймворку Next.js 13 (App Router). Для клієнтської частини застосовано бібліотеку React з інтеграцією стилів через Tailwind CSS. База даних побудована на MongoDB, а доступ до неї забезпечено за допомогою ORM Prisma. Вибір цього стеку обумовлений його продуктивністю, зручністю розгортання, а також активною спільнотою підтримки.

Функціонал веб-додатку передбачає зберігання параметрів житла у структурованому форматі, що дозволяє швидко здійснювати фільтрацію та побудову відповідей на запити користувача. Основні алгоритми реалізовані на рівні серверної логіки та не потребують використання зовнішніх сервісів або складних обчислювальних ресурсів. Усі алгоритми працюють на рівні клієнт-серверної взаємодії без залучення складних обчислювальних моделей.

Надалі планується розширення системи рекомендацій за рахунок аналізу історії пошуку користувачів, а також додавання інтеграції з картографічними сервісами для більш точного врахування розташування об'єктів.

CARCINOGENESIS EVOLUTION BASED ON CONDITIONS OF THE MULTI-PARAMETRIC SPACE AND INITIAL STATES OF A BIOLOGICAL SYSTEM

Dzyubak L.[1], Dzyubak O.[2], Awrejcewicz J.[3]

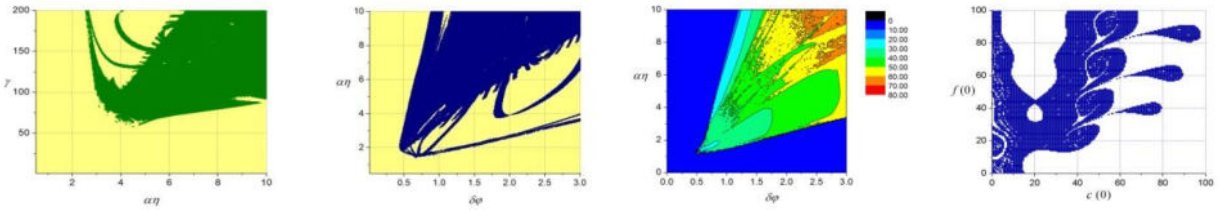
[1]*National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv*

[2]*Ascension All Saint Cancer Center, Racine, USA*

[3]*The Łódź University of Technology, Łódź, Poland*

In this study it was demonstrated a significant and complex mutual influence of all components of the multi-parametric space: 'number of tumor cells – tumor cell volume – glucose level – diffusion saturation level' as well as the 3D initial state space components on inhibition/amplification of carcinogenesis in biological systems. A non-linear multi-scale diffusion cancer invasion model that describes the interactions of the tumor cells, matrix-metalloproteinases (MM), matrix-degradative enzymes (MDE) and oxygen was employed for simulations. To quantify chaotic cancer attractors, the technique based on the wandering trajectories analysis was applied. Conditions resulting in cancer invasion were defined depending on parameters of the multi-parametric space.

Time histories and phase spaces of the regular oscillations near one of the chemical equilibrium, chaotic attractors in the concentration phase spaces have been presented. Amplitude level contours of MM, MDE and oxygen concentrations have been obtained and juxtaposed with the corresponding parametric planes. In all cases the carcinogenesis is accompanied by significant increase in chemical oscillation amplitudes of the concentrations. The results obtained allow a multi-parametric evaluation of the modes to inhibit and stabilize carcinogenesis. For more background, we refer to [1, 2] and references therein. These results can help in optimizing the treatment planning process and in designing new ones as well as for improving predictability of the outcomes.



(a) (b) (c) (d)

Figure 1 – Conditions leading to cancer invasion in a biological system: (a) control parameter planes ($\alpha\eta$, γ) – 'number of tumor cells vs tumor cell volume'; (b) ($\delta\varphi$, $\alpha\eta$) – 'tumor cell volume vs diffusion saturation level'; (c) amplitude level contours of MM concentration in ($\delta\varphi$, $\alpha\eta$) control parameter plane; (f) biological system initial states leading to chaotic cancer attractors

References:

1. Dzyubak L., Dzyubak O., Awrejcewicz J. Controlling and stabilizing unpredictable behaviour of metabolic reactions and carcinogenesis in biological systems. *J. Nonlinear Dynamics* **97**, 1853–1866, 2019.

2. Dzyubak L., Dzyubak O., Awrejcewicz J. Nonlinear multiscale diffusion cancer invasion model with memory of states, *Chaos, Solitons & Fractals* **168**, 113091, 2023.

РОЗРАХУНКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ БІОМЕХАНІКИ ТЕХНІЧНО СКЛАДНИХ ВИДІВ СПОРТУ

Дружинін Є.І., Лавінський Д.В.
Національний технічний університет «Харківській політехнічний інститут», м. Харків

До технічно складних видів спорту можна відносити ті, де необхідно суворо дотримуватись відповідної техніки виконання (плавання різними стилями, біг на лижах), де упродовж змагання змінюються суттєво різні спортивні дії (наприклад, стрибки у довжину: фаза розбігу, фаза відштовхування, фаза польоту, фаза приземлення), де досягнення мети можливе лише після виконання регламентованих прийомів (спортивна боротьба, дзюдо, карате), використовується спортивне знаряддя (стрибки із жердиною, метання спису, штовхання ядра). Моделювання тих чи інших спортивних дій у різних видах спорту дозволяє визначати раціональні значення певних параметрів, які повинні забезпечувати досягнення як найвищого результату. У зв'язку із розвитком у останні десятиріччя обчислювальної техніки та появою великої кількості програмних комплексів (ПК), спрямованих на дослідження механіки складних систем, доцільним є проводити математичне моделювання та розрахункові дослідження біомеханіки різних видів спорту. При розрахунковому аналізі значно знижуються затрати, які необхідні для проведення натурних експериментів, самі натурні експерименти стають більш «акцентованими» (у них досліджуються ті питання, які постали при проведенні розрахункового аналізу), математичні моделі достатньо легко підлаштовуються під біометрику конкретного атлета тощо.

Проведені розрахункові дослідження біомеханіки стрибків із жердиною. Математичне моделювання та розрахунки проводились засобами ПК КіДиМ, який є орієнтованим для розв'язання широкого спектру задач механіки. Розрахункова схема містила твердотільну «модель» атлета та пружну жердину. Мета спортивної дії вважається досягнутою, якщо центр мас тулуба атлета досягає визначеної висоти у визначеній точці по горизонту. Задача розв'язувалась у плоско-паралельній постановці. Побудована математична модель мала 15 ступенів вільності. «Керуючими» параметрами розглядались: швидкість, з якою атлет підходить до фази відштовхування, кут вильоту центра мас тулуба при відштовхуванні, кут постановки жердини. В результаті розв'язання засобами ПК КіДиМ одержано набір графічних залежностей координат центру мас тулуба від «керуючих» параметрів. Аналіз одержаної інформації дозволив визначити раціональні значення «керуючих» параметрів, за яких атлет заданої маси може взяти необхідну висоту.

Подальшій розвиток даної теми полягає у вдосконаленні розрахункової моделі атлета та у введенні функцій керування частинами тіла у фазі польоту.

МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ РОЗМІРНОГО ЕФЕКТУ ТА ПОЧАТКОВИХ УМОВ НА ПРУЖНІ ВЛАСТИВОСТІ МІДІ

Жихарєв В. В., Шаповалова М. І., Водка О. О, Місюра С. Ю.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Розмірні ефекти, що виникають при переході до мікро- і наномасштабів, є предметом особливої уваги сучасного матеріалознавства. Необхідність забезпечення точного прогнозу механічної поведінки матеріалів у мікроелементах сучасних технологічних пристроїв зумовлює актуальність цього питання. Мідь, як широко використовуваний матеріал, має складну структуру, яка суттєво впливає на її пружні властивості. Існуючі дослідження обмежені або надмірною ідеалізацією структури, або недостатньою статистичною обґрунтованістю результатів, що не дозволяє робити надійні висновки для інженерного застосування.

Метою цієї роботи є всебічне чисельне моделювання впливу геометричних параметрів зразка та концентрації початкових точок центрів кристалізації на пружні характеристики полікристалічної міді. Для досягнення мети застосовано програмний CAE – комплекс, в якому реалізовано моделі кубічної геометрії зі сторонами 5–20 мм та концентраціями початкових точок 5–25%. Для кожної комбінації параметрів виконано 100 симуляцій з варіативними граничними умовами. У моделюванні враховано анізотропну природу матеріалу, що додатково підвищує точність відображення фізичних процесів.

Отримані результати свідчать, що зі збільшенням розміру зразка (S) і концентрації (Ψ) початкових точок спостерігається зменшення дисперсії пружних характеристик. Найвища стабільність властивостей зафіксована при S = 20 мм і Ψ = 25%, де відхилення не перевищують 0.1–0.3%. Натомість при низьких концентраціях (5%) спостерігалися максимальні флуктуації до 1.91%, що пов'язано з підвищеною неоднорідністю матеріалу.

На підставі отриманих результатів рекомендовано:

- проектуванні мідних компонентів для мікросистемної техніки враховувати не лише середні значення механічних властивостей, а й їхню варіаційність при зміні розмірів зразка;
- забезпечити оптимальну концентрацію початкових точок (не менше 15%) у процесі кристалізації для підвищення однорідності структури;
- використовувати анізотропні чисельні моделі у програмних середовищах для точного прогнозування властивостей матеріалів у реальних умовах навантаження.

Чисельне моделювання показало, що розмір зразка і концентрація початкових точок нелінійно впливають на пружні властивості полікристалічної міді. Зі збільшенням цих параметрів зростає однорідність механічного відгуку, що проявляється у зменшенні дисперсії модуля пружності, модуля зсуву та коефіцієнта Пуассона.

АЛГОРИТМИ ВИМІРЮВАННЯ КУТІВ НИЖНІХ КІНЦІВОК ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ХОДИ ЛЮДИНИ ЗАСОБАМИ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ

Іващенко Б.В., **Ларін О.О.**
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,м. Харків

Дослідження кінематичних параметрів ходи людини є важливим біомаркером для багатьох хвороб та/або відхилень щодо опорно-рухового апарату людини. Серед важливих особливостей кінематики простої ходи відзначають залежності та зміни залежностей між кутами суглобів нижньої кінцівки людини. Вивчення цих маркерів в часі може здійснюватись апаратними засобами шляхом спеціальних використання носимох електроніки або спеціального вимірювального обладнання. При цьому очевидним ж труднощі щодо їх встановлення, калібрування та забезпечення точності. Альтернативним підходом може бути використання засобів комп'ютерного зору. В даній роботі пропонуються два взаємодоповнювальні підходи до автоматичного визначення кутів між стегном і гомілкою.

Перше рішення реалізує підхід з використанням моделей глибинного навчання. Спрощена версія BlazePose Lite, миттєво локалізує орієнтирні точки тіла, а геометричний модуль одразу обчислює кут між віртуальними відрізками «стегно – гомілка» в кожному кадрі. Система працює без участі користувача й видає готовий часовий ряд, що автоматично експортується у CSV.

Друге рішення зорієнтоване на середовище з обмеженими ресурсами. Тут ми свідомо відмовилися від глибинних мереж і застосували класичні алгоритми OpenCV: після одноразового креслення користувачем двох ліній Canny-детектор, контурний аналіз і адаптивне Hough-перетворення самі відстежують сегменти та у реальному часі обчислюють кут. Швидкодія перевищує 60 fps на чистому CPU. Як і в першому варіанті, вся серія кутів автоматично експортується у CSV, а вбудований PyQt-інтерфейс дозволяє одразу візуалізувати траєкторію.

Поєднання повної автоматизації глибинної моделі зі швидкодією класичного тракту на мінімальному «залізі» надає користувачеві свободу вибору й відкриває шлях до гібридного режиму, де нейронна мережа виконує грубу ініціалізацію, а класичний блок уточнює геометрію. У найближчих планах – стереозйомка для реконструкції 3-D-кутів та інтеграція з телемедичними платформами, що перетворить високоточний аналіз ходи на справді масову, недорогу та мобільну технологію.

МАТЕМАТИЧНЕ ТА КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕДІНКИ ВІБРОІЗОЛЮЮЧИХ ОПОР З КВАЗІНУЛЬОВОЮ ЖОРСТКІСТЮ З БАЛКОВИХ СТРУКТУР

Кальянов О.О., Мартиненко Г.Ю.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У високоточних технічних системах зниження рівня передавання низькочастотних коливань є ключовою умовою стабільної роботи обладнання. Одним з ефективних підходів є застосування віброізоляторів з квазінульовою жорсткістю, які забезпечують поєднання високої статичної несучої здатності та зниженої динамічної жорсткості. Визначення ефективності таких опор вимагає точного моделювання їх деформативної поведінки та визначення закономірностей залежності між геометричними параметрами і динамічною реакцією системи.

Існуючі конструкції віброізоляторів з квазінульовою жорсткістю базуються на поєднанні елементів із позитивною жорсткістю (наприклад, дугоподібних балок) та елементів із негативною жорсткістю (зокрема, нахилених балок). Така комбінація дозволяє сформувати зону квазінульової жорсткості, що суттєво розширює частотний діапазон ефективної ізоляції, знижує пікову передаваність вібрацій і забезпечує адаптивність конструкції до різних навантажень [1].

Використання балкових структур має низку переваг: простота геометрії, технологічна доступність виготовлення, можливість точного чисельного моделювання та оптимізації. Балкові моделі забезпечують прийнятну точність при зниженій обчислювальній складності, що особливо важливо для попередніх етапів проєктування. Така конфігурація є масштабованою та придатною до модульного компонування у багатонапрямлені віброзахисні системи.

У запропонованому дослідженні здійснюється аналіз підходів до проєктування та моделювання поведінки віброізоляторів із характеристиками квазінульової жорсткості на основі балкових структур з метою розробки нової перспективної конфігурації та побудови аналітичних і чисельних моделей її квазистатичної й динамічної поведінки. Для чисельного аналізу використовується метод скінченних елементів, що дозволяє враховувати геометричну нелінійність і складні умови навантаження. Перевірка достовірності моделей шляхом варіантного моделювання з різними геометричними параметрами та порівняння з аналітичними розв'язками і літературними даними дозволить сформулювати обґрунтовані рекомендації щодо оптимальної параметризації та підвищення ефективності віброзахисту з можливим переходом до складніших типів структур.

Література:

1. Yadav V., Jena D.P., Pandey S. An inclined beam-based vibration isolator design to attain quasi-zero-stiffness characteristics // *Journal of Physics: Conference Series.* – 2024. – Vol. 2909. – Article ID 012024.

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА АНАЛІЗ КВАЗІСТАТИЧНИХ І ДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ГУМОМЕТАЛІЧНІЙ ВІБРОІЗОЛЯЦІЙНІЙ ОПОРІ КВАЗІНУЛЬОВОЇ ЖОРСТКОСТІ

Корольова С.В., Мартиненко Г.Ю.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У роботі представлено дослідження віброізоляційної опори з ефектом квазінульової жорсткості (QZS), призначеної для ефективного захисту обладнання від низькочастотних вібрацій. Актуальність розробки зумовлена зростаючими вимогами до надійності та довговічності технічних систем, що експлуатуються в умовах підвищеної вібраційної активності. Розглянуто теоретичні основи концепції квазінульової жорсткості, що базується на принципі поєднання елементів з позитивною (PS) та негативною жорсткістю (NS) для досягнення мінімальної жорсткості системи в робочому діапазоні навантажень (див. рис. 1а) [1]. Розглянуто принцип роботи віброізоляційної системи з квазінульовою жорсткістю та її переваги, зокрема здатність забезпечувати високу статичну та низьку динамічну жорсткості. Сформульовано задачу розробки математичної моделі віброізоляційної опори з використанням програмного скінченноелементного пакету інженерного аналізу. Детально опрацьовано процес побудови геометричної та розрахункової скінченноелементної моделей, включаючи вибір типу скінченного елемента та задання граничних умов і навантажень. Особливу увагу приділено моделюванню матеріалу гуми, для якого застосовано гіперпружну модель Муні-Рівліна, що дозволяє адекватно врахувати нелінійні властивості матеріалу. Проведено порівняльний аналіз результатів моделювання квазістатичної та динамічної поведінки опори з використанням лінійного та нелінійного підходів. Продемонстровано значні відмінності в отриманих результатах, що підкреслює важливість коректного моделювання нелінійної поведінки гуми для забезпечення достовірності розрахунків та прогнозування реальної поведінки віброізоляційної опори (див. рис. 1б).

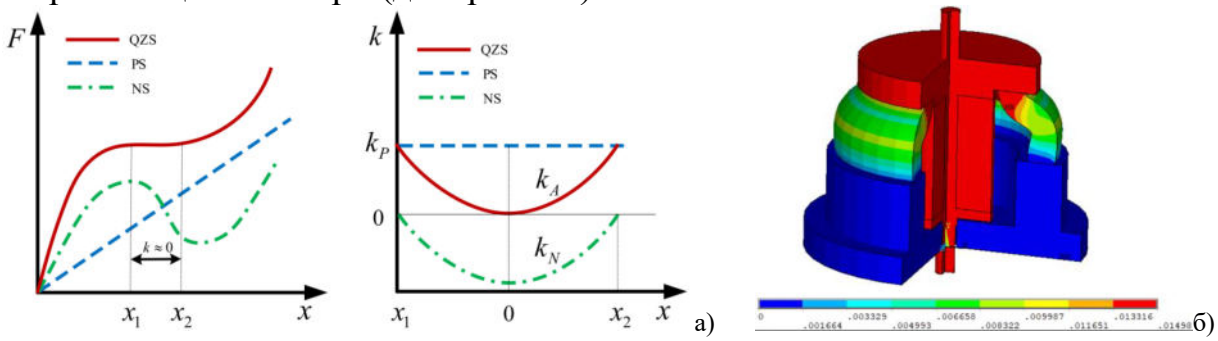


Рис. 1. Принцип роботи віброізолятора QZS: а) залежності «сила-переміщення» та «жорсткість-переміщення»; б) розподіл сумарних переміщень в гумометалічній віброізоляційній опорі у робочому стані

Література:

1. Ma Z., Zhou R., Yang Q. Recent Advances in Quasi-Zero Stiffness Vibration Isolation Systems: An Overview and Future Possibilities. Machines 10(9), 2022.

Дослідження виконане за підтримки Національного фонду досліджень України (грант НФДУ № 2023.03/0255).

КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА РОСЛИННОГО БІЛКОВОГО ІЗОЛЯТУ

Кравченко Я.О., Кравченко А.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Впровадження комп'ютерно-інтегрованих систем керування у сучасні виробництва є ключовою умовою для досягнення стабільної якості продукції, підвищення продуктивності та ефективного використання ресурсів. У даній роботі представлено системний підхід до автоматизації виробництва білкового ізоляту, що базується на інтеграції вимірювальних, регулюючих і виконавчих елементів у єдину комп'ютерно-інтегровану систему керування технологічним процесом.

Метою роботи було створення ефективної комп'ютерно-інтегрованої системи керування процесом сушіння білкової суспензії з наступною грануляцією, подрібненням та контролем якості готового продукту. Розроблена система керування охоплює ключові технологічні параметри: витрату суспензії, тиск і температуру повітря на вході до сушарки, рівень продукту в бункерах, вологість, а також витрати на різних етапах обробки. Такий підхід дозволяє реалізувати точне керування у замкнених контурах з використанням класичних ПІД-законів регулювання, що забезпечують адаптивність до змін технологічного середовища.

Застосування регуляторів із програмованою логікою дозволяє здійснювати як аналогове, так і дискретне управління виконавчими механізмами, враховуючи критичні відхилення параметрів та автоматично коригуючи режим роботи обладнання. Важливим елементом системи є реалізація функцій контролю та архівації даних, що забезпечує постійний моніторинг процесу, накопичення даних і можливість оперативного аналізу інформації у разі відхилень від нормального режиму.

Особливу увагу приділено надійності та точності вимірювальних контурів, що досягається за рахунок використання високочутливих датчиків із вихідними уніфікованими сигналами та відповідним температурним і електромагнітним захистом. Інформаційна частина системи передбачає багаторівневу інтеграцію - від локальної індикації на місцях до централізованого збору та візуалізації даних у SCADA-середовищі. Розроблена система керування також охоплює систему сигналізації щодо відхилень параметрів, що підвищує рівень безпеки обслуговування та дозволяє оперативно реагувати на потенційно аварійні ситуації. Дистанційне керування дозволяє оптимізувати управління об'єктами, розташованими на значних відстанях один від одного, знижуючи потребу у постійній присутності обслуговуючого персоналу.

Представлені технічні рішення можуть бути масштабовані для аналогічних виробництв, що робить їх актуальними для подальших наукових і прикладних досліджень у сфері розробки комп'ютерно-інтегрованих систем керування технологічних процесів.

ВИКОРИСТАННЯ DATA-DRIVEN ПІДХОДУ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Лавщенко Р.Р.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Це дослідження розглядає використання data-driven підходу для прогнозування фізичних властивостей композиційних матеріалів. Різноманітний спектр металів та сплавів широко використовується в промисловості, виробництві та будівництві. Тому важливо мати доступні дані щодо їх характеристик та можливих застосувань.

Нормалізація даних у базі даних, такій як MySQL, для систематичної організації інформації є можливим методом, який варто розглянути. У цьому дослідженні була використана доступна база даних, що містить дані про кілька металів та їх характеристики.

Створений веб-сайт дозволяє користувачам шукати метали за назвою та визначати подібні матеріали на основі їх хімічного складу. Розроблено програмний інтерфейс для автоматизації взаємодії з даними про метали. Цей інтерфейс дозволяє стороннім розробникам створювати власні рішення, використовуючи ці дані.

Веб-сайт був створений з використанням мікрофреймворку Flask та фреймворку Twitter Bootstrap. Програмний інтерфейс був реалізований на Amazon Web Services, зокрема, Lambda та DynamoDB. Бібліотека BeautifulSoup на Python була використана для спрощення процесу отримання інформації про матеріали.

На веб-сайті доступний комплексний пошуковий механізм, що дозволяє користувачам знаходити метали, які є подібними на основі їх хімічного складу. Крім того, є розділи, присвячені візуалізації даних та статтям, які дозволяють графічно відображати залежності між властивостями металів, а також створювати особисті статті та коментарі відповідно.

Література:

1. Kirk A. Data visualisation: A handbook for data driven design / A. Kirk. – Sage, 2016. – 368 с.
2. Voron F. Building Data Science Applications with FastAPI: Develop, manage, and deploy efficient machine learning applications with Python / F. Voron. – Packt Publishing, 2021. – 426 с.

СТВОРЕННЯ НЕЙРОМЕРЕЖЕВОГО КЛАСИФІКАТОРА ВІДМОВ В ГІБРИДНІЙ ІНЕРЦІАЛЬНО-СУПУТНИКОВІЙ НАВІГАЦІЙНІЙ СИСТЕМІ

Лащенко О.Л., Успенський В.Б.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У роботі розглядається проблема ненадійних або сфальсифікованих сигналів GNSS і представлені передові методики її вирішення. Основна увага приділена інтеграції методів машинного навчання, зокрема штучних нейронних мереж (ШНМ), у гібридні навігаційні системи, що дозволяє їм навчатися розрізняти автентичні та спотворені сигнали GNSS. Традиційні методи фільтрації (включаючи фільтри Калмана) часто не здатні виявити або компенсувати зловмисні втручання чи складні впливи навколишнього середовища. Ці обмеження вимагають інтеграції інтелектуальних моделей, які можуть ідентифікувати спотворені сигнали та підвищити достовірність гібридних навігаційних рішень. Основна мета дослідження – розробка та оцінка класифікатора на базі ШНМ для виявлення відмов GNSS. На відміну від традиційних методів, запропонований підхід використовує здатність ШНМ до узагальнення для виявлення тонких закономірностей у поведінці сигналу, що забезпечує ефективне виявлення навігаційних помилок.

Методологія дослідження містить у собі наступні кроки:

- розробка математичної моделі для імітації даних інерційних датчиків (акселерометра та гіроскопа), що містять реалістичні похибки, такі як шуми, зсув нуля та похибку масштабового коефіцієнту; розробка математичної моделі симуляції GNSS даних;
- розробка деяких архітектур ШНМ (як прямого розповсюдження похибки, так і рекурентної ШНМ);
- аналіз видів і характеристик спотворених або фальсифікованих сигналів GNSS; генерування змодельованих пошкоджених сигналів GNSS для представлення аномалій, позначення точок даних як «дійсні» або «пошкоджені» на основі введених аномалій;
- навчання та перевірка ШНМ з використанням правильних та пошкоджених даних для виявлення та класифікації аномалій;
- аналіз продуктивності запропонованого рішення та ефективності різних архітектур.

Дослідження демонструє потенціал ШНМ для виявлення аномалій GNSS. Інтеграція ШМН зі звичайними навігаційними системами забезпечує покращену надійність, особливо в умовах заборони або підробки GNSS.

ВИКОРИСТАННЯ ПАДЕ-АПРОКСИМАЦІЙ ДЛЯ ПОБУДОВИ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ В ДЕЯКИХ НЕЛІНІЙНИХ СИСТЕМАХ

Лебеденко Я.О.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У роботі представлена аналітична побудова перехідного процесу (ПП) нелінійних систем з обмеженим збудженням в околі резонансу 1:1. В системах з обмеженим збудженням суттєвим є обернений вплив пружної підсистеми на джерело енергії. Розглянуті моделі представлено нелінійними динамічними системами з трьома степенями свободи.

На першому етапі методом багатьох масштабів отримано стаціонарні режими коливань поблизу вказаного резонансу. Далі, для ефективної побудови ПП нелінійних систем, розв'язки рівнянь руху поблизу цих стаціонарних режимів представлено у вигляді степеневих рядів. Ці степеневі ряди використовуються для побудови дрібно-раціональних апроксимацій Паде, що містять експоненти. Використання Паде-апроксимацій дає можливість наближено отримати ПП, що прямує з часом до відповідного стаціонарного резонансного режиму. Відповідне чисельне моделювання демонструє високу точність такого представлення ПП в нелінійних системах. Аналіз динаміки неідеальних систем демонструє також те, що навіть при наявності інших резонансів в системі, перехідні рухи наближаються до стаціонарного режиму, що відповідає саме околу резонансу 1:1. На рисунках 1.а) та 1.б) представлено, зокрема, порівняння аналітичного стаціонарного розв'язку *(1)* та аналітичного ПП *(2)* на фазовій площині неідеальної системи з маятниковим гасителем коливань. Тут змінна x описує коливання пружної підсистеми, а змінна θ - коливання маятникового гасителя коливань. Розрахунки проведено на інтервалі часу (0;50) з певними фіксованими параметрами системи, поблизу вказаного резонансу.

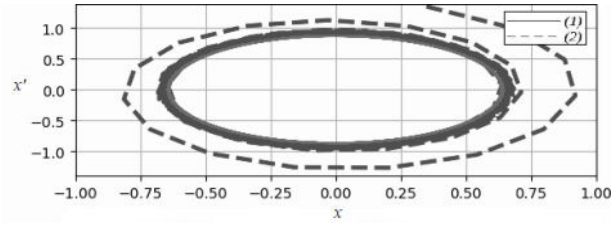


Рисунок 1. – Фазовий портрет для змінної x.

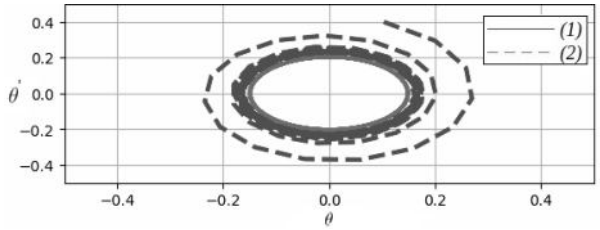


Рисунок 1. – Фазовий портрет для змінної θ

Література:

1. Я. О. Лебеденко, Ю. В. Міхлін. Дослідження стаціонарних та перехідних процесів в суттєво нелінійній системі з трьома степенями свободи з обмеженим збудженням // Проблеми обчислювальної механіки і міцності конструкцій: зб. наук. праць. – Дніпро : Ліра, 2023. – Вип. 36. – С. 79 – 94. – DOI: 10.15421/4223107.

МОДЕЛЮВАННЯ НДС БЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ СПОРУД З ВРАХУВАННЯМ ПОРУШЕНЬ ВИМОГ ПРОЕКТУ

Маніліч М.С., Трубаєв О.І., Юдаєв В.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В роботі розглянуто питання впливу порушень вимог проектної документації на напружено-деформований стан (НДС) області капітелю колони споруди зі збірного залізобетону для зберігання зерна.

Методом скінчених елементів змоделювано три варіанти виконання монтажного з'єднання колони з днищем: згідно проекту задіяна 100% площа контакту та при недостатньому контакті, 50% та 25% відповідно. Розглядався бетон класу С25/30. Результати моделювання показують, що у випадку виконання укладки розчину М300 згідно проекту, негативний вплив локалізований в тілі колони та повністю відповідає даним в [1]. На Рис 1. наведено розподіл коефіцієнту безпеки *FOS*, що визначається виразом (1) та ґрунтується на критерії Мора-Кулона [2]:

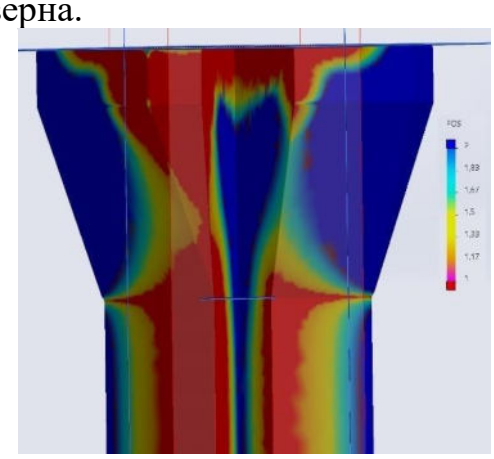


Рис 1. Розподіл коефіцієнту безпеки по конструкції. Підливка виконана на 25 % від проекту

$$FOS = \begin{cases} \sigma_{T.L}/\sigma_1\,;\ \sigma_1 > 0, \sigma_3 > 0 \\ \sigma_{C.L}/|\sigma_3|\,;\ \sigma_1 < 0, \sigma_3 < 0 \\ [\sigma_1/\sigma_{T.L} + |\sigma_3|/\sigma_{C.L}]^{-1};\ \sigma_1 > 0, \sigma_3 < 0 \end{cases} \quad (1)$$

де: $\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$ – головні напруження;

$\sigma_{C.L}$ та $\sigma_{T.L}$– межі міцності на стиск та розтяг відповідно.

При порушенні проектних вимог, напруження переміщуються до неармованої зони колони, та призводять до руйнування шару бетону, що спостерігається на Рис. 2.



Рис 2. Пошкодження колони.

Це дозволяє сформулювати практичні рекомендації щодо підвищення надійності експлуатації споруди.

Література:

1. Водка О.О., Ларін О.О., Трубаєв О.І., Бондаренко Ю.В., Мольский М.М., Бабенко А.С., Юдаєв В.В. //оцінка напруженого стану днищ силосів елеваторів, які знаходяться в тривалій експлуатації, з врахуванням просідань колон та фактичних фізико-механічних властивостей бетону// «НАУКОВИЙ ВІСНИК БУДІВНИЦТВА». - Том 83 №1 - ХАРКІВ, 2016. С. 81-91

2. Labuz, J.F., Zang, A. Mohr – Coulomb Failure Criterion. Rock Mech Rock Eng 45, 975–979 (2012). https://doi.org/10.1007/s00603-012-0281-7

ВИВЧЕННЯ ІНТЕГРАЛЬНИХ ЖОРСТКІСНИХ ТА ДЕМПФУВАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК АКТИВНОГО МАГНІТНОГО КОНСТРУКТИВНОГО ЕЛЕМЕНТУ ПІДВІШУВАННЯ ВІБРОІЗОЛЯЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

Мартиненко В.Г.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В роботі вивчені жорсткісні та демпфувальні властивості активного магнітного елемента підвішування з пропорційно-інтегрально-похідною (PID) системою керування (СК) одним входом і одним виходом (SISO) [1] на основі унікального набору передатних функцій компонентів, які були застосовані для пошуку його оптимальних налаштувань та параметрів [2] з метою забезпечення ефективної роботи віброізоляційної системи через нерезонансну роботу її обертової частини в заданому діапазоні швидкостей обертання (ШО) (рис. 1).

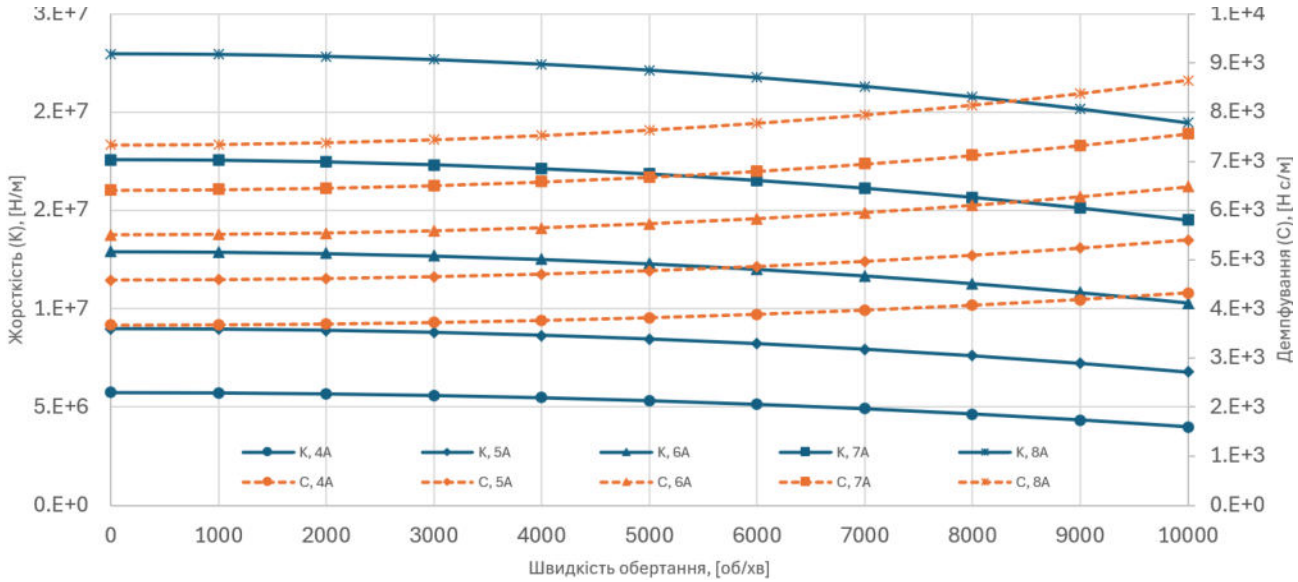


Рис. 1. Жорсткісні та демпфувальні властивості віброізоляційної системи в залежності від ШО її обертової частини та налаштувань СК активного магнітного елемента підвішування

На основі аналізу отриманих результатів зроблені такі висновки: 1. при збільшенні току зміщення СК активного магнітного елемента підвішування (АМЕП) його жорсткісні та демпфувальні властивості зростають; 2. при збільшенні ШО обертової частини віброізоляційної системи жорсткісні властивості віброізоляційної системи знижуються, а демфувальні властивості зростають; 3. залежність жорсткісних та демпфувальних характеристик віброізоляційної системи від току зміщення СК АМЕП та ШО є нелінійною.

Фінансування. Це наукове дослідження підтримано та частково профінансовано Національним фондом досліджень України (грант НФДУ № 2023.03/0255).

Література:

1. Xu Y., Zhou J., Jin C. Identification of dynamic stiffness and damping in active magnetic bearings using transfer functions of electrical control system. *Journal of Mechanical Science and Technology.* 2019. Vol. 33(2), P. 571-577.

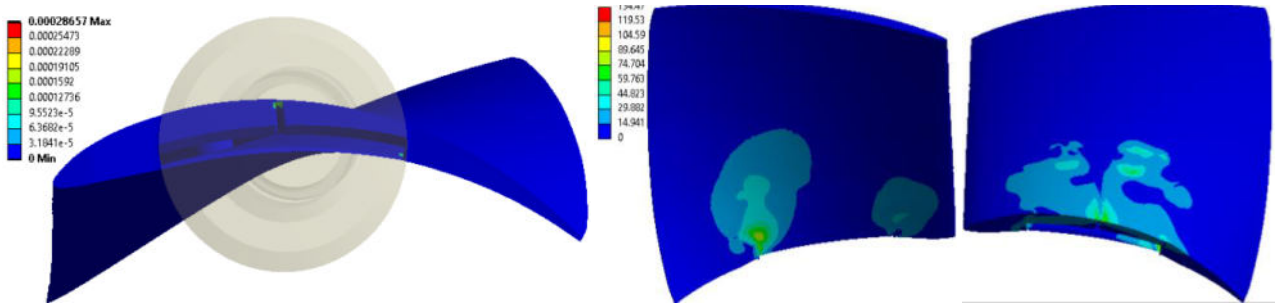
2. Мартиненко В.Г. Пошук оптимальних параметрів активних конструктивних елементів підвішування шляхом визначення їхніх інтегральних жорсткістних та демпфувальних характеристик. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Динаміка та міцність машин*. 2024.№ 1. С. 44.

ДОСЛІДЖЕННЯ МІЦНОСТІ БІМАТЕРІАЛЬНОЇ ЛОПАТКИ ЗІ СТАЛЕВИМ ХВОСТОВИКОМ ТА АЕРОДИНАМІЧНИМ ПРОФІЛЕМ, ВИКОНАНИМ З МЕТАЛ-МАТРИЧНОГО КОМПОЗИТУ

Мартиненко В.Г.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В якості альтернативи варіанту алюмінієвого сплаву для виготовлення аеродинамічних профілів біметалічних лопаток [1] в роботі запропоновано використовувати метал-матричний композит (ММК) на основі алюмінієвої матриці з армуючими елементами з карбіду бору B_4C [2], який має високу твердість. Таким чином використання композиційного матеріалу із ним для виготовлення аеродинамічних профілів лопаток повинно вирішити проблему їхнього швидкого зношування у порівнянні з алюмінієвими профілям.

В результаті проведення варіантних розрахунків із моделями ММК, що включають різні відсоткові частки карбіду бору, були отримані представлені на рис. 1 параметри напружено-деформованого стану (НДС) в залежності від частки карбіду бору в ММК 0%, 1.5%, 3%, 4.5%, 6% та 7.5%.



(а) (б)

Рис. 1. Параметри НДС лопатки з ММК: а) пластичні деформації, [-]; б) напруження, [МПа]

На основі аналізу отриманих результатів можна зробити наступні висновки: 1. в ММК профілі відбуваються несуттєві пластичні деформації, які носять локальний характер; 2. найбільші значення максимальних еквівалентних за Мізесом напружень у метал-матричному композиційному аеродинамічному профілі досягаються при масовій частці карбіду бору в ММК 6%; 3. розподіл параметрів НДС для випадку біматеріальної лопатки, що включає в себе ММК на основі алюмінієвої матриці з масовою часткою елементів карбіду бору 6%, якісно співпадає з відповідним графіком для біметалевої сталево-алюмінієвої лопатки [1]. Отже, розглянутий варіант біматеріальної лопатки є прийнятним.

Фінансування. Це наукове дослідження виконане за підтримки МОН України в рамках реалізації науково-дослідної роботи «Розробка математичних моделей та методів розв'язання задач динаміки і міцності конструкцій з монокристалічних сплавів та метал-матричних композитів» (ДР № 0124U000975).

Література:

1. Мартиненко В.Г., Гриценко М.І., Мавродій С.В. Проектування, аналіз та експериментальне дослідження статичної міцності композиційної біметалічної лопатки вентилятора головного провітрювання шахти. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Динаміка та міцність машин*. 2018. № 38 (1314). С. 20-31.

2. Dixit A.C., Achutha M.V., Sridhara B.K. Elastic properties of aluminum boron carbide metal matrix composites. *Materials Today: Proceedings*. 2021. Vol.43(2). P. 1253-1257.

ПРОЕКТУВАННЯ ВІБРОІЗОЛЯЦІЙНОЇ СИСТЕМИ З ПАСИВНИМИ Й АКТИВНИМИ МАГНІТНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ ПІДВІШУВАННЯ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ДИНАМІКИ ПРОТОТИПУ

Мартиненко Г.Ю.

Національний технічний університет «ХПІ», м. Харків

У роботі розглянута роторна система з пасивними та активними конструктивними елементами підвішування ротора (рис. 1а) [1], тобто некерованими та керованими пружно-демпферними підшипниками (рис. 1б), як всеохоплюючий приклад динамічної підсистеми (об'єкта) віброізоляції та віброгасіння, оскільки вона може відтворювати квазістатичні та динамічні властивості із впливом зовнішніх діянь та внутрішнього збудження (в даному випадку від власної незрівноваженності ротора). Тому саме така система може бути обраною як прототип для проведення попередніх досліджень по з'ясуванню особливостей моделювання властивостей пасивних та активних лінійних та особливо нелінійних магнітних пружно-демпферних елементів підвішування, та динаміки об'єкта підвішування в таких елементах.

В результаті виконання чисельно-експериментальних досліджень з лабораторною установкою модельного горизонтального ротору в пасивно-активному магнітному підвісі (рис. 1а) доведена можливість використання цього підвісу як єдиного конструктивного рішення пружно-демпферного опирання широкого призначення при його різних модифікаціях, наприклад, при вертикальному розташуванні валу зі збереженням схеми підвісу. При цьому два пасивних магнітних елемента стають підтримуючими, тобто допоміжними для забезпечення вертикальності, а опорним стає активний магнітний елемент, що дозволяє реалізувати будь який складний алгоритм вертикального віброгасіння.

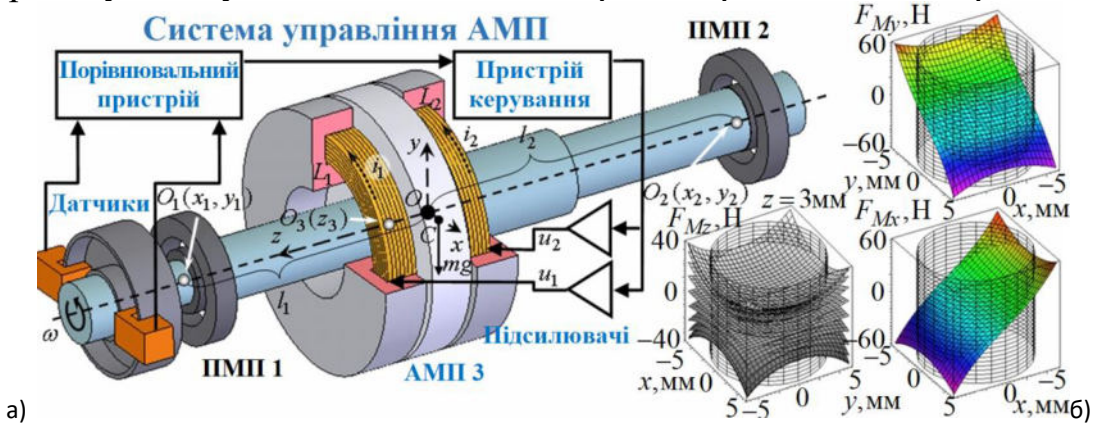


Рис. 1. Лабораторна установка ротора у двох пасивних та одному активному магнітних підшипниках (ПМП та АМП): а) схема повного магнітного підвісу; б) силові характеристики магнітних елементів підвішування

Література:

1. Martynenko G., Martynenko V. Experimental Analysis and Modification of the Rotor System with Passive and Active Magnetic Bearings to Improve its Dynamic Characteristics, 2024 IEEE 5th KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek), Kharkiv, Ukraine, 2024, pp. 1-6, doi: 10.1109/KhPIWeek61434.2024.10878066.

Дослідження виконане за підтримки Національного фонду досліджень України (грант НФДУ № 2023.03/0255).

FEATURE ІНЖИНІРИНГ ЯК ФАЗА ПІДГОТОВКИ ДАНИХ В РАМКАХ ЗАДАЧІ АНАЛІЗУ СТАТИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА БАЛКУ МЕТОДАМИ МАШИННОГО НАВЧАННЯ

Мартиненко Г.Ю. Гаркуша В.Ю.
Національний технічний університет «ХПІ», м. Харків

На сьогодні, оглядаючи сучасні розробки, патенти та публікації профільних авторів можна впевнено стверджувати, що використання підходів машинного навчання (ML), а саме нейронних мереж (NN), в рамках задач аналізу статичного навантаження в механіці є досить доцільною стратегією та певною мірою продуктивною, адже підхід машинного навчання не вимагає додаткових знань програмних комплексів CAD/CAN/CAE та використання методу скінчених елементів[1], яким оперюють данні ПЗ, розрахункових ресурсів які необхідні для проведення точного аналізу, тощо.

Однак підготовка подібного роду ML-рішення вимагає певний цикл розробки який включає проектування мережі, підготовка та збирання даних, навчання мережі та корекція параметрів. Особливо варто відмітити найважливіший етап розробки - агрегування та підготовка даних, адже він може займати найбільший проміжок часу розробки рішення. Разом з тим, після збору дані все ще залишаються "сирими". Під сирими даними варто розуміти ті, які булі зібрані під час експериментів тощо, але які не надають певної картини залежностей в параметрах (features) об'єкту. Навчання на цих даних буде складним або викличе небажані ефекти як перенавчання.

Тому як додатковий етап підготовлення зібраних даних використовують підхід feature інжиніринг [2]. Підхід передбачає обробку "сирих" даних зібраних в датасет, а саме створення нових параметрів об'єкту на основі вже існуючих. В рамках експерименту статичного навантаження на балку з жорстким закріплення з однієї грані та постійного тиску з іншої і змінних параметрів перерізу маємо наступні параметри: ширина, довжина, висота, тиск, максимальне навантаження в тілі. Відповідно з допомогою feature інжинірингу ми можемо скоротити кількість параметрів та не втратити їх фактичну цінність. В даному випадку створюється додаткові геометричні параметри на основі існуючих таких як ширина, довжина, висота тіла і створимо на їх основі нові - площа перерізу та об'єм тіла. Окремо можна відзначити що під час перевірки графіків відношень параметрів саме в "сирих параметрах" спостерігався значний вміст шуму (відношення широта до максимального навантаження) в порівнянні з прорахований параметрів.

Таким чином оптимізація даних а саме підхід feature інжинірингу для використання в датасетах навчання нейронних мереж може скоротити обсяг необхідний даних для навчання мережі та покращити ситуація з колізіями та точністю відношень параметрів тіла в рамках задачі аналізу статичного навантаження.

Література:

1. Мартиненко Г.Ю., Розова Л.В. // Комп'ютерне моделювання елементів конструкцій та визначення їх міцності при статичних навантаженнях // Харківській політехнічний інститут. - 2021. - С. 227-228
2. Alice Zheng, Amanda Casari // Feature Engineering for Machine Learning // - 2016.

ПІДХОДИ ДО ЧИСЕЛЬНОЇ СИМУЛЯЦІЇ КВАЗІСТАТИЧНОЇ ТА ДИНАМІЧНОЇ ПОВЕДІНКИ КОМБІНОВАНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ВІБРОГАСІННЯ ТА ВІБРОІЗОЛЯЦІЇ

Моісеєнко Д.В., Мартиненко Г.Ю.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Комбіновані елементи віброгасіння та віброізоляції широко застосовуються для захисту обладнання і конструкцій від шкідливих коливань. Такі елементи поєднують пружні та демпфуючі властивості, забезпечуючи одночасно поглинання коливань та ізоляцію від вібрацій. Актуальність дослідження обумовлена потребою підвищити ефективність віброзахисту шляхом оптимального добору параметрів цих елементів. Відомо, що нелінійні ефекти в пружно-демпфуючих системах суттєво впливають на їх поведінку, тому важливо враховувати як квазістатичні характеристики (жорсткість, прогини під статичним навантаженням), так і динамічні властивості (резонансні частоти, амплітуди коливань) при різних параметрах конструкції. Це дослідження присвячене чисельному моделюванню поведінки таких комбінованих елементів та розробці підходу для автоматизованого раціонального вибору їх параметрів.

Робота присвячена огляду та аналізу сучасних досліджень та підходів щодо розвитку та проблем чисельної симуляції квазістатичної та динамічної поведінки комбінованих елементів віброгасіння та віброізоляції при різних параметрах конструкцій з автоматизацією їх раціонального вибору. Чисельна симуляція здійснюється в середовищі MATLAB/Simulink та Ansys. В роботі розглянуто квазістатичну поведінку комбінованих систем, динамічну поведінку для побудови амплітудно-частотної характеристики (АЧХ) та визначення власних частот та форм коливань системи, та буде налаштована автоматизація для автоматичного перебору параметрів для пошуку оптимального варіанту конструкцій. Була розроблена стратегія проведення чисельних експериментів та симуляцій квазістатичної та динамічної поведінки комбінованих елементів віброгасіння та віброізоляції при різних параметрах конструкцій. Робота та подальші результати становлять науково-практичну цінність для інженерів, оскільки дозволяють обґрунтовано призначати конструктивні параметри віброгасників та віброізоляторів, забезпечуючи надійний захист обладнання від вібрацій.

Література:

1. Avramov K.V., Mikhlin Y.V. (2006). Snap-through truss as an absorber of forced oscillations. *Journal of Sound and Vibration, 290*(3), 705–722.
2. Mikhlin Yu.V., Avramov K.V. (2010). Nonlinear normal modes for vibrating mechanical systems. Review of theoretical developments. *Applied Mechanics Reviews, 63*(6).
3. Avramov K.V., Galas O.S., Morachkovskii O.K., Pierre C. (2009). Analysis of flexural-flexural-torsional nonlinear vibrations of twisted rotating beams with cross-sectional deplanation. *Strength of Materials, 41*(2), 200–208

ШВИДКА ОЦІНКА МІЦНОСТІ ПЛАСТИН І ОБОЛОНОК ЗІ ВМЯТИНАМИ ЗАСОБАМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Онацький Р.Л., Місюра С.Ю.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Вм'ятини на тонкостінних посудинах, що працюють під тиском, є поширеним видом пошкоджень в умовах тривалої експлуатації та бойових дій. Класичні підходи до оцінки міцності є або занадто консервативними, або надмірно ресурсозатратними, що не дозволяє оперативно оцінювати їх технічний стан, особливо у надзвичайних умовах. Спираючись на це, швидка діагностика пошкоджених промислових конструкцій, стає критично важливою.

Одним із перспективних напрямів вирішення описаної проблеми є застосування методів штучного інтелекту і машинного навчання (МН), які здатні апроксимувати складні фізичні процеси на основі попередньо зібраних даних.

У роботі представлено підхід до формування методики швидкої оцінки таких пошкоджень з використанням методів МН, на основі навчального датасету. Для формування датасету запропоновано багаторазово генерувати конфігурації стальної тонкостінної пластини (як спрощеної моделі оболонки) з різними геометричними і навантажувальними параметрами, та варіаціями властивостей матеріалу. Для кожної конфігурації аналітично і чисельно (методом скінченних елементів) було обчислено прогин у центрі пластини і еквівалентні напруження. В результаті, зібрано базу даних з понад 1000 варіантів, яка була використана для тренування нейронної мережі. Попередні результати прогнозування продемонстрували достатню збіжність і допустиму похибку, що підтверджує перспективність підходу на спрощеній постановці. В результаті, поєднання класичних, чисельних методів і сучасних алгоритмів МН дає змогу сформувати новий підхід до оцінки міцності конструкцій з дефектами. Подальші дослідження будуть зосереджені на моделюванні реальних геометрій вм'ятин в оболонках і розвитку та налаштуванні більш складних архітектур нейронної мережі.

АЛГОРИТМІЧНА ІДЕНТИФІКАЦІЯ УСТАЛЕНОГО ПОЛОЖЕННЯ ДИНАМІЧНОЇ СИСТЕМИ КІНЦЕВО-КРОКОВИМ МЕТОДОМ

Плаксій Ю.А.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В роботі розглядається задача прискореної ідентифікації усталеного положення динамічної системи на основі мінімальної кількості вимірювань вихідної величини. Застосований метод полягає в формуванні перевизначеної системи лінійних алгебраїчних рівнянь відносно фіктивних невідомих на основі сум і різниць еквідистантних вимірювань вихідної величини і використанні необхідної умови існування розв'язку цієї системи.

Показано, що в умовах відсутності похибок вимірювань для моделі вихідного процесу у вигляді

$$\alpha(t) = R + Aexp(-ht), \quad (1)$$

де R, A, $h > 0$ - постійні (невідомі) величини, усталене положення визначається за формулою

$$R = \frac{(\alpha_3-\alpha_1)(\alpha_3+\alpha_1)-(\alpha_4-\alpha_0)\alpha_2}{2(\alpha_3-\alpha_1)-(\alpha_4-\alpha_0)}, \quad (2)$$

де $\alpha_k = \alpha(t_k)$, $k = 0,1,2,3,4$, $t_0 = 0$, $t_k = k\Delta t$, мінімальна кількість вимірювань 5.

Для моделі вихідного процесу у вигляді

$$\alpha(t) = R + Aexp(-ht)sin(\omega t + \psi), \quad (3)$$

де R, A, $h > 0$, ω, ψ- постійні (невідомі) величини, усталене положення визначається за формулою

$$R = \frac{2\delta_{00}z_1+2\delta_{10}z_2+(\delta_{00}+\delta_{20})}{4(1+z_1+z_2)}, \quad (4)$$

яка містить суми вимірювань вихідної величини $\delta_{k0} = \alpha_{4+k} + \alpha_{4-k}$, $k = 0,1$ і величини z_1 і z_2, які знаходяться з системи лінійних рівнянь

$$\begin{cases} 4\eta_{10}z_1 + 2\eta_{20}z_2 + (\eta_{10} + \eta_{30}) = 0 \\ 4\eta_{11}z_1 - 2\eta_{21}z_2 + (\eta_{11} + \eta_{31}) = 0 \end{cases}, \quad (5)$$

де $\eta_{k0} = \alpha_{4+k} - \alpha_{4-k}$, $\eta_{k1} = \alpha_{4+k+1} - \alpha_{4-k-1}$, $k = 0,1$. Мінімальна кількість вимірювань 9.

Отримані розрахункові формули для визначення R у випадку відсутності похибок вимірювань є математично точними. Оскільки вони не містять величини Δt, то процес ідентифікації усталеного положення може бути оптимізованим за часом.

У випадку, коли присутні випадкові похибки вимірювань, які відповідають нормальному закону розподілу, сформовані схеми і алгоритми ідентифікації усталеного положення динамічної системи, що використовують надмірну кількість вимірювань. Розроблені алгоритми програмно реалізовані мовою Python.

Наводяться результати комп'ютерного моделювання і надаються рекомендації щодо практичного застосування методики.

ФОРМАЛЬНІ НЕЕЙЛЕРОВІ КІНЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ І ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ ДО ОПРАЦЮВАННЯ АЛГОРИТМІВ ВИЗНАЧЕННЯ КВАТЕРНІОНІВ ОРІЄНТАЦІЇ

Плаксій Ю.А.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В роботі представлені результати розробки кватерніонних кінематичних моделей кутового руху твердого тіла, які засновані на мультиплікативному представленні компонент кватерніона орієнтації $\Lambda(t) = \left(\lambda_0(t), \lambda_1(t), \lambda_2(t), \lambda_3(t)\right)$ у вигляді суперпозицій тригонометричних функцій лінійних кутів:

$$\Lambda(t) = \Lambda\left(sin(\phi_i), cos(\phi_i)\right), \phi_i = k_i t, i = 1,2,3. \quad (1)$$

Формалізм моделей (1) полягає в тому, що кути ϕ_i не є ейлеровими кутами, оскільки вони не мають геометричної інтерпретації, пов'язаної з послідовністю елементарних поворотів навколо координатних осей.

Конструктивність представлення кінематичної моделі у вигляді (1) полягає в тому, що для модельного кватерніона $\Lambda(t)$ обов'язково повинна виконуватися умова нормування $\|\Lambda(t)\| = 1$, яка пов'язана з існуванням першого інтегралу кватерніонного кінематичного рівняння.

На основі оберненого кінематичного рівняння формально можна отримати аналітичні вирази для вектора кутової швидкості, яка відповідає кватерніону орієнтації (1), за формулою:

$$\vec{\omega}(t) = 2\widetilde{\Lambda}(t) \circ \dot{\Lambda}(t), \quad (2)$$

де $\widetilde{\Lambda}(t)$ – **спряжений кватерніон до модельного кватерніона $\boldsymbol{\Lambda(t)}$, а $\boldsymbol{\vec{\omega}(t)}$ має проекції на зв'язані осі.** Таким чином, сукупність формул (1) і (2) можна інтерпретувати як формальні аналітичні розв'язки системи кінематичного і динамічного рівнянь кутового руху твердого тіла.

Представлення проекцій вектора кутової швидкості кутового руху в аналітичному вигляді (2) дозволяє на основі аналітичного інтегрування промоделювати кутові квазікоординати на виході гіроскопічних датчиків у вигляді

$$\vec{\theta}_n^{*(k)} = \int_{t_{n-1}+((k-1)/N)h}^{t_{n-1}+(k/N)h} \vec{\omega}(t)dt, \qquad k = 1,2,\dots,N, \quad (3)$$

де h - задана величина кроку обчислень, $h = t_n - t_{n-1}$, N- число точок знімання інформації з датчиків кутової швидкості на такті обчислень. Це дозволяє використовувати формальну модель кутового руху (1), (2) як еталонну для точносного аналізу і оптимізації алгоритмів орієнтації.

Запропонована методика побудування формальних неейлерових кінематичних моделей розширює клас існуючих кінематичних моделей, які наразі обмежені моделями конічного типу.

Наводяться результати розробки і аналізу двочастотних і тричастотних формальних кінематичних моделей і приклади оптимізації відомих алгоритмів орієнтації на цих моделях.

VISUALIZING MATERIAL STRESS USING COMPUTER VISION AND AUGMENTED REALITY BASED ON FEM SIMULATION MATCHING

Ponomarov O.E., Larin O.O.
National Technical University
«Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Augmented reality (AR) combined with physics-based computer simulations offers a powerful toolset for visualising invisible phenomena – such as internal stress or deformation – in fields like mechanical education, industrial diagnostics, and infrastructure monitoring. Motivated by this potential, this research aims to develop a hybrid vision-simulation system that overlays simulated stress distributions onto real-world photographs of a bent pipe.

The system is designed to work with pipes under static load and employs Finite Element Method (FEM) simulations as a reference. FEM has long been established as a fundamental tool for stress analysis in structural mechanics [1]. These simulations, generated using ANSYS software, show how a pipe deforms under increasing weight. Each frame of the simulation is processed to extract both the pipe's contour and key deformation metrics, including vertical displacements and spline curvature features.

To analyse a real-world scenario, an image of a loaded pipe is captured, and its shape is segmented using a deep learning-based segmentation model – the Segment Anything Model (SAM) [2]. The segmented pipe mask is then used to extract the central axis of the pipe. Using this axis, the system computes relative vertical displacements and curve geometry at several reference points along the pipe.

Once the pipe's shape is extracted from the real image, the system compares it to the preprocessed simulation metadata and selects the most similar deformation pattern. The similarity is calculated using a distance metric based on vertical displacements.

By allowing users to "see" invisible deformations in AR, this method opens the door to fast, low-cost augmented feedback in structural mechanics. It also aligns with modern approaches to virtualised maintenance and engineering diagnostics.

As part of the broader outlook, the system may be extended to work with arbitrary and constantly changing camera poses by building an environment map using photogrammetry [3]. Further improvements may also include optimising the solution for mobile devices using real-time video input.

References:

1. Zienkiewicz, O.C., Taylor, R.L., Zhu, J.Z. The Finite Element Method: Its Basis and Fundamentals. – 7th ed. – Butterworth-Heinemann, 2013. – 756 с.

2. Kirillov, A., Mintun, E., Ravi, N. et al. Segment Anything. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://arxiv.org/abs/2304.02643

3. Förstner, W., Wrobel, B. Photogrammetric Computer Vision. – Springer, 2016. – 833 с.

МОДЕЛЮВАННЯ ВИПАДКОВОЇ ГЕОМЕТРІЇ ДЕФЕКТІВ У ЗАДАЧАХ ОЦІНКИ РЕСУРСУ ТРУБОПРОВІДНИХ СИСТЕМ

Приходько Н.П., Трубаєв О.І., Водка О.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,м. Харків

Трубопровідні системи є важливими об'єктами інфраструктури, від яких залежить безпека та ефективність транспортування рідин і газів. У процесі експлуатації вони зазнають корозійно-ерозійного зносу, що має випадковий характер і призводить до локальних дефектів складної форми. Такі пошкодження ускладнюють оцінку ресурсу, а традиційні моделі, що спрощують геометрію дефектів, часто не відображають реального стану конструкції. Метою роботи є побудова математичної моделі, яка дозволяє генерувати дефекти складної форми та враховувати їх при чисельному аналізі напруженого стану трубопроводу.

У моделі передбачено формування дефектів з довільною геометрією – ямки, виїмки, ерозійні канавки, що можуть мати нерегулярний контур і різну глибину. Геометрія дефекту формується на основі випадкових збурень поверхні або із застосуванням розподілу ймовірностей для визначення параметрів дефекту (глибина, діаметр, просторове розташування), як це реалізовано у стохастичних підходах [1]. Зокрема, використовуються моделі 3D-ямкової корозії, в яких просторове поле ушкоджень задається у вигляді випадкової функції, що відображає реальні особливості зносу [2]. Такі дефекти імплементуються в геометрію труби, після чого проводиться розрахунок напружено-деформованого стану. Особливу увагу приділено зонам пікових напружень, які можуть призводити до появи тріщин. Враховується розподіл напружень навколо дефекту та його залежність від глибини, ширини і форми ушкодження. Це дозволяє точніше виділити критичні області.

Подібний підхід дозволяє моделювати ситуації, близькі до реальних умов зносу, і може використовуватись для подальших досліджень у сфері прогнозування технічного стану трубопровідних систем.

Література:

1. Li Y., Ma J. Stochastic Finite Element-Based Reliability of Corroded Pipelines with Random Defects // Engineering Failure Analysis. 2024. https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2024.107502

2. Larin Oleksiy, Barkanov Evgeny, Vodka Oleksii, Prediction of reliability of the corroded pipeline considering the randomness of corrosion damage and its stochastic growth, (2016), doi: 10.1016/j.engfailanal.2016.03.022

REDUCTION OF THE GAS TURBINE ROTOR FORCED VIBRATION PARAMETERS BY CONSTRUCTIONAL DAMPING

Smetankina N.V.[1], Morhun S.O.[2], Melnuchenko O.Yu.[2]

[1]Anatolii Pidhornyi Institute of Power Machines and Systems of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kharkiv

[2]Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv

The research object is the turbine rotor blades forced vibration frequency spectrum. Turbine rotor is considered as a system of blades of the same shape spaced on the surface of impellers. The gas flow passing through the rotor blades causes their vibration, that should be decreased by means of damping. The aim of the study is to develop a refined mathematical model that describes the influence of constructional damping between the blades bandages on the impellers forced vibration frequencies. Internal damping in the material of the impellers is not taken into consideration due to the lack of an established method for determining intermolecular bonds in the material and the discrepancy between its real crystal structure and the theoretical one due to the presence of impurity inclusions and the graininess of the material structure.

As the stationary coordinate system, the Cartesian right-handed *xyz* coordinate system with the center at point *O* is taken [1]. This coordinate system rotates together with the turbine rotor at a constant angular velocity ω equal to the angular velocity of rotor. The blades are mounted on the disks of the same radius *R*.

For this case, the exciting force is the periodic gas-dynamic force F(φ). It depends on the angle of the rotor rotation φ and the pressure of the working fluid flow on the impeller. The force F(φ) can be specified as an infinite sum of the terms of the trigonometric Fourier row [1, 2]:

$$F(\varphi) = F_0 + F_1\cos\varphi + F_2\cos(2\varphi) + \cdots + F_k\cos(k\varphi) + \cdots + P_1\sin\varphi + P_2\sin(2\varphi) + \cdots + P_k\sin(k\varphi) = F_0 + \sum_{k=1}^{\infty}(F_k\cos(k\varphi) + P_k\sin(k\varphi)) \quad (1)$$

$$(\varphi = 0\ldots360^0; \quad k = 1\ldots g)$$

where k - is the harmonic number of the exciting force;

F_0, F_k, P_k – are the coefficients of the Fourier row.

The Fourier row coefficients from the dependence (1) can be found by this way:

$$F_0 = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} F(\varphi)d\varphi \qquad F_0 = \frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi} F(\varphi)\cos(k\varphi)\,d\varphi \qquad (2)$$

$$P_k = \frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi} F(\varphi)\sin(k\varphi)\,d\varphi$$

$$(\varphi = 0\ldots360^0; \quad k = 1\ldots g)$$

References:

3.Chenglong, Sh., Yanhong M., Yongfeng, W., Xueqi, Ch., Jie, H. Influence of conical shaft stiffness on the dynamic characteristics of flexible rotor. International Journal of Turbo & Jet-Engines, 2025. https://doi.org/10.1515/tjj-2024-0073.

4.Smetankina N., Morhun S. The modern single shaft gas turbine rotor stress-strain state determination taking into account the contact thermoelasticity problem. Technicki vjesnik, 31(2), 551-556. (2024). https://doi.org/10.17559/TV-20230628000770

РОЗРОБКА ВАРІАЦІЙНО-СТРУКТУРНОГО МЕТОДУ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ГЕОМЕТРИЧНО НЕЛІНІЙНИХ КОЛИВАНЬ ПОЛОГИХ КОМПОЗИТНИХ ОБОЛОНОК

Тимченко Г. М., Морачковська І. О., Веретельник В. В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В роботі представлено чисельно-аналітичний підхід до дослідження геометрично нелінійних коливань багатошарових пологих оболонок, зокрема таких, що мають отвори та складну геометрію.

У сучасних інженерних конструкціях широко використовуються композитні оболонки. Вони легкі, міцні, але дуже чутливі до змінних навантажень. Особливо, якщо мають отвори або складну внутрішню структуру. Нелінійні коливання в таких конструкціях можуть суттєво впливати на надійність і довговічність.

Запропонований метод дозволяє аналізувати поведінку таких оболонок з урахуванням: складної геометрії (включаючи отвори), різної товщини шарів, довільних граничних умов.

Метод базується на трьох складових: теорії R-функцій; варіаційному методі Рітца; методі Бубнова-Галеркіна. Математична модель побудована на уточненій геометрично нелінійній теорії оболонок, подібній до моделі Тимошенка [1, 2].

Розглянутий метод дозволяє врахувати різну товщину шарів; отримати базисні функції в аналітичному вигляді, незалежно від конфігурації оболонки; не обмежується оболонками канонічної форми.

Створене програмне забезпечення, що реалізує запропонований підхід, протестовано на прикладах оболонок із простою геометрією та застосоване до складних конфігурацій. Результати підтверджують точність та ефективність методу.

Запропонований підхід дозволяє розширити можливості аналізу композитних конструкцій в умовах реальних експлуатаційних сценаріїв. Його можна адаптувати до широкого спектра задач у галузях, де важлива точність прогнозування динамічної поведінки.

Література:

1. L. Kurpa Analysis of free vibration of porous power-law and sigmoid functionally graded sandwich plates by the R-functions method / L. Kurpa, T. Shmatko, J. Awrejcewicz, G. Timchenko, I. Morachkovska // Journal of Applied and Computational Mechanics, 9, (4) – p. 1144-1155 (2023).

2. Л. Курпа Динамічний аналіз функціонально-градієнтних пористих сигмовидних сендвич пластин / Л. Курпа, Т. Шматко, Г. Лінник, И. Морачковська, Г. Тимченко. // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Динаміка і міцність машин, 2023. – № 1. – С. 39-44.

ПОБУДОВА РІВНЯННЯ ВТОМНОЇ ПОШКОДЖЕНОСТІ ЗВАРЕНИХ ШВІВ СТАЛІ 09Г2С

Федоров В.О.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Для прогнозування втомного руйнування матеріалів при нестаціонарному навантаженні довгий час застосовують просте правило Пальмгрена-Майнера, для якого достатньо мати криві втомної міцності. Однак для реальних матеріалів спостерігаються значні відхилення від цього правила. Була надія, що значно складніша математична модель Качанова буде більш адекватною експериментальним даним. Однак практичне її застосування тривалий час приводило до тих же результатів, що і правило Пальмгрена-Майнера. В літературі навіть затвердилася думка, що таке співпадіння є невідворотністю. Однак, в статті [1] доведено, що тотожність цих математичних моделей є наслідком застосування рівняння пошкоджуваності у факторизованому вигляді

Там же, та в статті [2] викладена теорія та методи побудови нефакторизованих рівнянь пошкоджуваності, які використовують нормований потенціал.

В доповіді ця теорія застосовуються для опису втомної міцності зварених швів сталі 09Г2С. Дані випробувань цього матеріалу опубліковані в статті [3]. Параметри нормованого потенціалу визначаються за технологією статті [1] згідно з результатами випробувань при ступінчастих навантаженнях [3]. Тоді рівняння пошкоджуваності має вигляд

$$\frac{dD}{dN}=\left\{A\,10^{-b\sigma(N)}c_2(1+c_{21}\sigma(N))\big(1-D\big)^{c_2(1+c_{21}\sigma(N))}\right\}^{-1}, \qquad (3)$$

де D – змінна пошкодження, N – кількість симетричних циклів з амлітудою напруження σ, A=10^8, b=1,1*10^{-2} (МПа)$^{-1}$. c_{21}=-5,66*10^{-3} (МПа)$^{-1}$, а параметр c_2 не впливає на момент руйнування матеріалу. Він може бути знайденим з даних вимірювання еволюції пошкодженості.

За результатами статті [3] середньоквадратичне відхилення за правилом Пальмгрена-Майнера склало 0.56, а за представленим методом – значно менше: 0,21, що доводить його ефективність.

Література:

1. Fedorov V. Theory and methods of constructing equations for the evolutionary damageability of materials // International Journal of Damage Mechanics. 2023, Vol. 32 (10). P. 1144–1163.

2. Fedorova S., Fedorov V. Decomposition of the problem of constructing the equation of evolutionary damageability // Procedia Structural Integrity. 2024, Vol. 59. P. 279-284.

3. Книш В.В., Соловей С.А., Кузьменко А.З. Накопичення втомних ушкоджень у таврових зварних з'єднаннях стали 09Г2С у вихідному та зміцненому високочастотним механічним проковуванням станах // Автоматичне зварювання. 2008, №10. С. 12-18.

ВІЛЬНІ ТА ВИМУШЕНІ КОЛИВАННЯ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ З ПАНЕЛЛЮ-АМОРТИЗАТОРОМ

Федотов Д. С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Аналіз динаміки транспортного засобу є ключовим інструментом для створення ефективних інженерних рішень, що спрямовані на підвищення рівня експлуатації [1]. У даній роботі транспортний засіб розглядається як складна динамічна система, конструкція якої включає кузов, непідресорені маси (колеса) та панель-амортизатор, розміщену над кузовом. Математична модель є нелінійною дисипативну систему з 10 ступенями свободи та враховує переміщення кузова, коливання коліс і панелі-амортизатора.

Основна мета роботи – отримати та проаналізувати власні моди коливань даної системи для розуміння особливостей взаємодії між її елементами при різних режимах коливань, а також дослідити поведінку панелі-амортизатора під дією зовнішнього періодичного збурення.

На першому етапі аналізується лінеаризована математична модель, що описує вільні коливання системи в межах невеликих переміщень її елементів [2]. Отримано власні значення та відповідні моди коливань, які фізично інтерпретуються через амплітуди переміщень та кутів нахилу елементів системи. У результаті даного етапу дослідження виявлено, що в одних модах переважають вертикальні переміщення кузова, а в інших – поперечні або поздовжні, деякі моди характеризуються локальними коливаннями коліс. У декількох високочастотних модах спостерігається внутрішній резонанс.

Для аналізу поведінки панелі-амортизатора під впливом зовнішнього періодичного збурення досліджено ряд систем із нелінійними пружинами між корпусом і панеллю: вклад лінійної складової жорсткості пружин поступово зменшувався, тоді як вклад кубічної складової зростав.

На основі отриманих амплітудно-частотних характеристик встановлено, що зі збільшенням нелінійності в пружинах між кузовом та панеллю амплітуда вертикальних переміщень центру ваги панелі-амортизатора, де може бути розташована вага, що перевозиться, в умовах резонансу значно зменшується.

Результати дослідження підтверджують складну динаміку розглянутого транспортного засобу та є фундаментом для аналізу його поведінки під дією випадкових навантажень, спричинених нерівностями дороги.

Роботу виконано за фінансовою підтримкою НФДУ в рамках проєкту 2023.03/0255.

Література:

1. Palli S., Sharma R.C., Rao P.P.D. Dynamic behaviour of a 7 DOF passenger car model. International Journal of Vehicle Structures and Systems. 2017. Vol. 9, No. 1. P. 57–63. DOI: 10.4273/ijvss.9.1.12.

2. Сурганова Ю. Е., Міхлін Ю. В., Федотов Д. С. Моди коливань транспортного засобу за наявності панелі-амортизатора. Проблеми обчислювальної механіки і міцності конструкцій. 2024. Вип. 38. С. 176–195. DOI: 10.15421/4224114.

АНАЛІЗ ПЕРЕМІЩЕНЬ ШПІНДЕЛЬНОГО ВАЛУ З РОЗРАХУНКОМ ЖОРСТКОСТІ ОПОР НА БАЗІ МОДИФІКОВАНОЇ МОДЕЛІ ДЖОНСА-ХАРРІСА

Хавін В.Л., Киркач Б.М., Шергін С.Ю.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м.Харків

Запропоновано математичну модель і надано інженерний підхід до статичного аналізу багатоопорних ступінчатих шпиндельних валів на нелінійно-пружних опорах. На основі диференційного рівняння зігнутої осі балки Тимошенко і метода початкових параметрів в матричному вигляді отримано рішення крайової задачі у вигляді системи рівнянь, в якої крім нелінійної залежності жорсткості підшипників від діючих на них зусиль, враховано ступінчату геометрію шпиндельного валу. При розрахунку жорсткості опор на базі модифікованої моделі Джонса-Харріса [1] застосовано чисельний підхід з обґрунтованими характеристиками контакту.

Запропоновані метод вирішення нелінійної крайової задачі і програмне забезпечення в середовищі MATLAB для статичного аналізу ступінчатих багатоопорних шпиндельних валів з нелінійно пружними опорами, для розрахунку жорсткості яких застосовано модифіковану модель Джонса-Харріса.

Розроблений підхід було застосовано до розрахунку пружних переміщень шпиндельного валу фрезерувального верстату з роботи [2]. Вал має шість ділянок різної жорсткості. Зовнішнє навантаження складається з сил різання F_1 *і* F_2, моменту різання *M,* а також зусилля від приводу F_3. Зусилля F_1, F_2, F_3 та *M* згинають вал у двох площинах.

Аналіз результатів показує, що порівняно з класичною моделлю розрахунку жорсткості опор, застосування модифікованої моделі дозволяє уточнити переміщення робочого кінцевого перерізу шпиндельного валу фрезерного верстата на 25%. Застосування середньої довідникової жорсткості для даного типу підшипників дозволяє отримати для статичних переміщень валу достатньо коректне рішення, яке відрізняється від рішення з опорами модифікованої нелінійної жорсткості на 7-15%.

Література:

1. Yuan Kanga, Ping-Chen Shen, Chih-Ching Huangc, Shyh-Shyong Shyrc, Yeon-Pun Chang "A Modification of the Jones- Harris Method for Deep-Groove Ball Bearings," *Tribology International*, Vol. 39, No. 11, 2006, pp. 1413-1420.

2. В.Л. Хавін, О.Б. Киркач, Б.Н. Киркач "Статичний аналіз багатоопорних ступінчатих шпиндельних валів на нелінійно пружних опорах". Вісник НТУ "ХПІ" № 2, 2022р. с. 48-55. Сер. "Динаміка та міцність машин».

SHA-256 В АВТОРИЗАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ: ЗБЕРІГАННЯ ПАРОЛІВ І БЕЗПЕЧНА ІДЕНТИФІКАЦІЯ. НАЙКРАЩІ ПРАКТИКИ ТА АЛЬТЕРНАТИВИ

Чаплін А.А., Сенько А.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Доповідь присвячена дослідженню застосування криптографічного алгоритму SHA-256 в авторизаційних системах, з акцентом на зберігання паролів і безпечної ідентифікації користувачів. Алгоритм SHA-256 широко використовується завдяки своїй криптографічній стійкості та швидкості обчислень. Однак його застосування в авторизаційних системах вимагає дотримання певних практик, а в деяких випадках – розгляду альтернативних рішень.

Метою роботи є аналіз застосування SHA-256 для хешування паролів та ідентифікації користувачів, виявлення найкращих практик і порівняння з альтернативними алгоритмами, які розроблені для цих завдань. Розглядаються переваги та обмеження SHA-256 у контексті сучасних вимог до безпеки.

SHA-256 являє собою криптографічну хеш-функцію, що перетворює дані довільної довжини на 256-розрядний хеш із високим ступенем незворотності та стійкості до колізій. Вона широко застосовується в авторизаційних системах для безпечного зберігання паролів і генерації токенів автентифікації, наприклад, у протоколах OAuth або JWT. Проведене дослідження показало, що SHA-256 цінується за швидкість і універсальність, але для хешування паролів вимагає додаткових заходів, таких як соління і багаторазове хешування, щоб протистояти атакам brute-force. Під час аналізу було розглянуто альтернативні алгоритми, включно з Argon2, bcrypt і PBKDF2, спеціально розроблені для хешування паролів, які мають механізми сповільнення обчислень, що робить їх стійкішими до атак із використанням GPU або ASIC. Порівняння, виконане в рамках дослідження, виявило, що Argon2, завдяки ефективному використанню пам'яті, і bcrypt, з адаптивною складністю, перевершують SHA-256 у завданнях зберігання паролів, тоді як SHA-256 залишається оптимальним для завдань ідентифікації, де важлива швидкість. На основі аналізу запропоновано рекомендації: використовувати SHA-256 з посиленими заходами безпеки в наявних системах, віддавати перевагу Argon2 або bcrypt у нових розробках і забезпечувати захист хешів на рівні бази даних.

У рамках цієї роботи було реалізовано власну версію алгоритму SHA-256, оптимізовану для використання в авторизаційних системах, із застосуванням методів соління та багаторазового хешування. Також було розроблено програму для тестування алгоритму, проведено порівняльні тести з алгоритмами Argon2, bcrypt і PBKDF2, а також виконано аналіз отриманих результатів. Результати демонструють можливість ефективного застосування SHA-256 у задачах ідентифікації при дотриманні найкращих практик, але підтверджують перевагу спеціалізованих алгоритмів для хешування паролів, що підкреслює важливість вибору відповідного рішення для забезпечення безпеки сучасних систем.

CORRELATION THEORY OF ONE CLASS OF INGOMOGENEOUS RANDOM FIELDS

Cheremska N.V.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

The problem of reconstructing inhomogeneous discrete random fields from the spectrum and representing discrete random fields as a superposition of the simplest random fields (spectral decompositions) is considered.

Consider a discrete random field $\xi(n,p)$ with correlation function (CF)

$$K(n,p,m,q)=M\xi(n,p)\overline{\xi(m,q)},\quad M\xi(n,p)=0.$$

Let us introduce the following functions of discrete argument $V(n,p,m,q)$ $W(n,p,m,q)$, which we will call partial correlation differences:

$$V_1(n,p,m,q)=K(n,p,m,q)-K(n+1,p,m+1,q),$$
$$V_2(n,p,m,q)=K(n,p,m,q)-K(n,p+1,m,q+1),$$
$$V(n,p,m,q)=K(n,p,m,q)-K(n+1,p,m+1,q)-$$
$$-K(n,p+1,m,q+1)+K(n+1,p+1,m+1,q+1),(V_1,V_2,V)$$
$$W_1(n,p,m,q)=K(n+1,p,m,q)-K(n,p,m+1,q),$$
$$W_2(n,p,m,q)=K(n,p+1,m,q)-K(n,p,m,q+1),$$
$$W(n,p,m,q)=K(n,p+1,m+1,q)+K(n+1,p,m,q+1)-$$
$$-K(n+1,p+1,m,q)-K(n,p,m+1,q+1).$$

These correlation differences characterize the deviation of a random discrete field from a homogeneous one (V_1,V_2,V) (CF depends on the difference of arguments) or on the Hankel (W_1,W_2W) (CF depends on the sum of arguments).

Using partial correlation differences, one can introduce an important class of heterogeneous (non-Hankel) random fields.

1. $V(n,p,m,q)=\left(1-|\lambda_1|^2\right)\left(1-|\lambda_2|^2\right)\lambda_1^n\overline{\lambda_1^m}\lambda_2^p\overline{\lambda_2^q}M\left|\xi_0(\omega)\right|^2.$

From this it is clear that the condition of dissipativity of a quasi-homogeneous field: $|\lambda_j|<1\quad(j=1,2)$. Under these conditions, the other two quadratic forms defined V_1,V_2 are also non-negative.

2. $W(n,p,m,q)=2\operatorname{Im}\lambda_1 2\operatorname{Im}\lambda_2\lambda_1^n\overline{\lambda_1^m}\lambda_2^p\overline{\lambda_2^q}M\left|\xi_0(\omega)\right|^2.$

In this case, the dissipativity condition of the quasi-Hankel field takes the form $\operatorname{Im}\lambda_j\quad(j=1,2).$

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МОДЕЛЕЙ МАШИННОГО НАВЧАННЯ У ЗАДАЧАХ ПРОГНОЗУВАННЯ ВІДМОВ ГІДРОТУРБІННОГО ОБЛАДНАННЯ

Шаранов Д.А., Трубаєв О.І.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Моделі машинного навчання забезпечують точну аналітику технічного стану обладнання на основі обробки великих масивів експлуатаційних даних, що надходять від сенсорів контролю параметрів вібрації, температури, тиску, навантаження тощо. Інтелектуальні моделі дозволяють виявляти приховані закономірності деградаційних процесів, прогнозувати залишковий ресурс і підвищувати надійність роботи систем у реальному часі. У сучасній науковій площині увага приділяється глибоким рекурентним нейронним мережам (LSTM) та згортковим нейромережам (CNN), які демонструють ефективність в аналізі часових рядів і сигналів. Разом з тим, класичні ансамблеві методи, як Random Forest і XGBoost, залишаються актуальними для обробки структурованих експлуатаційних даних завдяки своїй надійності та інтерпретованості. Гібридні підходи, що поєднують машинне навчання з фізичною моделлю об'єкта, дозволяють підвищити точність прогнозів, зберігаючи фізичну обґрунтованість результатів. Перспективним напрямом є автоматизовані системи AutoML та адаптивні моделі з самооновленням, що враховують зміну умов експлуатації.

Таблиця 1: Порівняльні характеристики поширених моделей машинного навчання що застосовуються для прогнозування відмов гідротурбінних компонентів

Модель	**Задача**	**Переваги**	**Обмеження**
Random Forest	Класифікація, регресія	Стабільність, стійкість до шуму, інтерпретованість	Може бути перенавченою при надлишковій глибині
XGBoost	Класифікація, регресія	Висока точність, облік нерівномірності даних	Складне налаштування гіперпараметрів
SVM	Класифікація	Ефективна при малих обсягах даних	Погано масштабується, чутлива до вибору ядра
LSTM	Прогноз часових рядів	Виявлення довгострокових залежностей	Високі обчислювальні витрати
CNN	Аналіз сигналів	Добре обробляє спектрограми та часові візерунки	Потребує перетворення сигналів у формат зображень

Аналіз показує, що для задач прогнозування відмов гідротурбінного обладнання найбільш перспективним є комбінований підхід, що поєднує переваги різних моделей. Для часових рядів вібрації та температурних показників оптимальними є рекурентні мережі LSTM завдяки здатності виявляти довгострокові залежності в даних. Для структурованих даних технічного стану перевагу має ансамблевий метод XGBoost, який демонструє високу точність класифікації потенційних відмов та враховує нерівномірність даних, що особливо важливо при обмеженій кількості зафіксованих аварійних випадків. Застосування цих моделей відкриває нові можливості для розвитку інтелектуального технічного обслуговування енергетичних систем.

СЕКЦІЯ 3
КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ, ПРИКЛАДНА ФІЗИКА ТА МАТЕМАТИКА

3.2 КОМП’ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ФІЗИКО-ТЕХНІЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ

ДОСЛІДЖЕННЯ МАГНІТНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДОВГОГО СОЛЕНОЇДА

Андреєв О.М., Андреєва О.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

При вивченні електромагнітних явищ в курсі фізики велику роль відіграє нескінченно довгий соленоїд, оскільки створюване ним магнітне поле є однорідним і обмежено його об'ємом, що спрощує теоретичні розрахунки та дає можливість на практиці перевірити основні теореми і закони електродинаміки. Тому створення сучасного лабораторного обладнання для вивчення магнітних властивостей довгого соленоїда є актуальною задачею.

Для дослідження стаціонарного магнітного поля та явища самоіндукції, було створено та апробовано лабораторну установку на базі мікроконтролера STM32F103. Вимірювання одночасно трьох проекцій вектору індукції постійного магнітного поля здійснювалося за допомогою цифрового датчика LSM303, який жорстко закріплений по центру всередині соленоїда. Сила струму соленоїда здійснювалася АЦП мікроконтролера. Для зменшення похибок виконувалися багаторазові вимірювання та усереднення даних. Створена установка може працювати в двох режимах: ручному (інформація відображається на дисплеї) і автоматичному, шляхом підключення до комп'ютеру. Керування струмом соленоїда в ручному режимі відбувалося обертанням потенціометра, а в автоматичному - за допомогою ЦАП.

При досліджені явища самоіндукції джерело постійного струму, шляхом перемиканням 2-канального реле, змінювалося на імпульсний сигнал, який формував мікроконтролер. При цьому на екрані комп'ютера та/або на дисплеї відображалася осцилограма наростання та спаду струму крізь соленоїд, тривалість часової вибірки та активний опір кола. Переміщення курсору на осцилограмі за допомогою кнопок та енкодеру (в ручному режимі) дозволило визначити час та миттєве значення струму.

Вимірювання залежності індукції магнітного поля від струму соленоїда дало можливість переконатися у справедливості принципу суперпозиції, закону повного струму та визначити кількість витків на одиницю довжини або магнітну сталу. Дослідження явища самоіндукції дозволило визначати сталу часу, індуктивність соленоїда, а потім розрахувати кількість витків і порівняти зі значенням отриманим при використанні сталого струму.

Література:

1. A.Á. Moya An Arduino-based magnetic polarity detector and field intensity display / Moya A.Á. Macias R. // Physics Education – 2024, V.59, Number 2, p. 023003

2. A.Z.L.N Bezerra Using an Arduino to demonstrate Faraday's law / Bezerra A.Z.L.N, Cabreira F.M., Freitas W.P.S, Cena C.R., Alves D.C.B., Reis D.D., Goncalves A.M.B. // Physics Education. – 2019. – V.54, Number 4, p. 043011.

3. W. Puaypung A low-cost Arduino microcontroller for measuring magnetic fields in a solenoid / Puaypung W., Rakkapao S. // Journal of Physics: Conference Series. – 2018. – V.1144. – p. 012125.

ПРОЦЕСИ ЗАТУХАННЯ В НАДШВИДКИХ ПЕРЕМИКАЧАХ

Андрющенко Е.О., Дроздов А.М., Зайцев Р.В., Кіріченко М.В., Нікітін В.О.
Національний Технічний Університет
«Харківський Політехнічний Інститут», м. Харків

В роботі описані розробки експериментальних стендів для дослідження характеристик елементів захисту радіоелектронної апаратури від руйнівного впливу надвисокочастотних (НВЧ) електромагнітних імпульсів. Представлені результати досліджень процесів швидкого перемикання між станами з низькою та високою провідністю у зразках на основі телуриду кадмію [1-3]. Встановлені значення критичної порогової напруги в імпульсі, при досягненні якої спостерігається електричний пробій плівки CdTe. Проведено досліди можливостей вивчення процесу затухання струму, викликаного розтікання заряду у плівках CdTe, індукованого зовнішнім електромагнітним полем (рис.1).

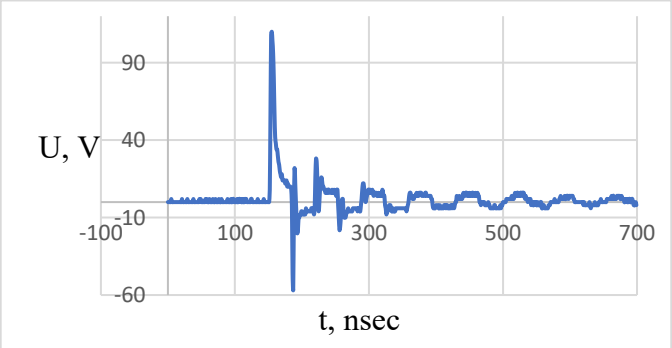


Рис. 1 – Вольт-часова залежність процесів затухання в системі CdTe/Mo

Встановлено, що при спрацюванні елементу захисту система накачки та захисний елемент починають працювати в режими коливального контуру. Тобто запропоновані схемотехнічні рішення вимірювального стенду не дозволяють досліджувати процеси релаксації зарядового стану, а можуть бути використані для досліджень процесу затухання електричних коливань.

Література:

1. Khrypunov G.S., Nikitin V.O., Rezinkin O.L., Drozdov A.N., Meriuts A.V., Pirohov O.V., Khrypunov M.G., Kirichenko M.V., Danyliuk A.R. Electron bistability and switching effects in Mo/p-CdTe/Mo structure Journal of Materials Science: Materials in Electronics, 2020, № 5, p. 3855-3860.

2. Kolobaev V.V. The emergence of generation-recombination instability in thin-film structures. Physics and Technology of Semiconductors, 1999, Volume 33, no. 4 p. 423-425.

3. Шкода Д. С., Кіріченко М. В., Зайцев Р. В., Мінакова К. О., Білик С. Ю. Development of energy storage for high voltage electromagnetic pulse generator Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Енергетика надійність та енергоефективність, № 2 (3) 2021.

ВПЛИВ ЕЛЕКТРОННО-ПРОМЕНЕВОГО ВІДПАЛУ НА СТРУКТУРУ І ГУСТИНУ АМОРФНИХ ПЛІВОК Al_2O_3

Багмут О.Г.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Аморфні плівки Al_2O_3 формуються на підкладках при кімнатній температурі в процесі імпульсного лазерного розпилювання Al в атмосфері кисню. Електронне опромінювання аморфної плівки ініціює її кристалізацію (рис. 1). Аморфний оксид алюмінію поліморфно переходить у кристалічний стан кубічної модифікації γ-Al_2O_3. Густина речовини кристалічної плівки перевищує густину аморфної плівки. Відносна зміна густини Al_2O_3 після кристалізації становить 10,4 ±1,7 %.

На основі покадрового аналізу відео отримано залежність від часу *t* щільності кристалів *N*. При фіксованій потужності дози електронів *N* лінійно зростає з часом:

$$N = 5.13 \cdot 10^9 t + 2.50 \cdot 10^9 \text{ см}^{-2}. \quad (1)$$

Залежність від часу середнього діаметра кристала $\langle D \rangle$ відповідає рівнянню лінії:

$$\langle D \rangle = 0.013t + 0.026 \text{ мкм}. \quad (2)$$

Відповідно до (1) і (2) швидкість зародження $\alpha = 5.13 \cdot 10^9$ см$^{-2}$с$^{-1}$ і середня швидкість росту кристалів $\langle v \rangle = 0.013$ мкм·с$^{-1}$. Випадок α = const і $\langle v \rangle$ = const відповідає α-версії моделі Колмогорова [1].

Залежність від часу частки кристалічної фази *x* має експоненціальний характер і описується формулою Джонсона-Мела-Аврамі-Колмогорова з константою швидкості $k = 0.058$ с$^{-2}$ і показником Аврамі n = 2.01:

$$x = 1\text{-}\exp(-0.058t^{2.01}), \quad (3)$$

що відповідає випадку безперервної нуклеації, коли система продовжує додавати зародки з однаковою швидкістю протягом усього періоду перетворення.

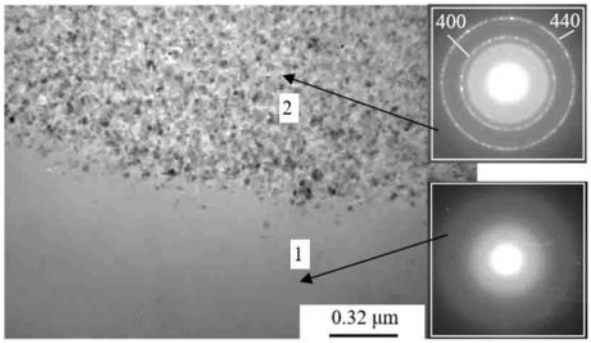


Рис. 1. Електронно-променева кристалізація аморфної плівки Al_2O_3.
1 – аморфна фаза. 2 – кристалічна фаза

Література:

1. A.N. Kolmogorov, Bull. of the Acad. of Sciences of the USSR, Mathematics Series, 1, 355 (1937).

ISOTROPIC MICROCRYSTALLINE CDS THIN FILMS OBTAINED BY DC MAGNETRON SPUTTERING

Boyarska[1] A.R., Dobrozhan[2] A.I.

[1]Novovolynsk Scientific Lyceum of the Volyn Regional Council, Novovolynsk

[2]National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

The study of cadmium sulfide (CdS) thin films is crucial for advancing solar energy and optoelectronic technologies, where controlled microcrystalline properties directly influence device efficiency. Magnetron sputtering, particularly direct current (DC) methods, offers an economically viable approach for scalable industrial production, yet optimizing structural parameters like crystallite size and microstrain remains essential for enhancing performance.

This study establishes direct current (DC) magnetron sputtering as a scalable method to synthesize hexagonal CdS films with intrinsic isotropy in structural and mechanical behavior, a critical feature for minimizing performance variability in industrial applications. By systematically varying deposition times (5–15 min), crystallite sizes (55–88 nm) and microstrain levels ($1.4–1.8\times10^{-3}$ a.u.) were rigorously quantified using X-ray diffraction (XRD) and advanced analytical models (UDM, USDM, UDEDM, SSP). The hexagonal lattice symmetry of CdS underpins its isotropic elastic response, as evidenced by uniform stress distributions (0.14 GPa via USDM, 0.08 GPa via UDEDM), which suppress anisotropic defects and enhance structural homogeneity.

Extended deposition durations (15 min) yielded films with heightened crystallinity, marked by pronounced (101), (102), and (105) plane reflections, while maintaining microstrain below 2.0×10^{-3} a.u. These findings align with theoretical frameworks for hexagonal systems, where isotropic mechanical properties ensure predictable performance in solar cells and photodetectors. Notably, the absence of anisotropy reduces localized stress concentrations, mitigating crack propagation and interfacial failures in multilayer architectures. The correlation between deposition parameters and isotropic microstructural properties was further validated through statistical consistency across multiple models, underscoring the reliability of DC magnetron sputtering for industrial-scale reproducibility.

By linking deposition time to crystallite size and strain dynamics, this work provides a roadmap for tailoring CdS films to specific optoelectronic requirements, such as minimizing photon absorption in thin-film solar cells or enhancing carrier mobility in transparent electrodes. The demonstrated isotropy simplifies manufacturing protocols and enhances device longevity under operational stresses, addressing a key challenge in sustainable energy technologies. Future applications could leverage these insights to design hybrid CdS-based composites or integrate dopants for targeted property modulation. Ultimately, this study bridges fundamental crystallographic analysis with practical engineering, positioning DC magnetron sputtering as a cornerstone technique for next-generation optoelectronic material design.

МОДИФІКОВАНИЙ ВИТРАТОМІР ВЕНТУРІ ЯК ВИМІРЮВАЛЬНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ ПОРТАТИВНОГО СПІРОМЕТРА

Васильчук Д.П.[1], Томашевський Р.С.[2]

[1]Бахмутський навчально-науковий професійно-педагогічний інститут Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна, м.Бахмут,

[2]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Моніторинг зовнішнього дихання важливий для діагностики хвороб легень (ХОБЛ, астма, фіброз), особливо після COVID-19. Проте існуючі портативні спірометри часто мають недостатню точність, енергоємні та складні у санітарній обробці через контакт датчиків з потоком повітря, що проходить через дихальні шляхи пацієнта. У роботі запропоновано інноваційний первинний перетворювач на основі трубки Вентурі (рис.1) з датчиком тиску на основі кварцового п'єзорезонатора у зазорі. Таке рішення поєднує переваги методу перепаду тиску та високу чутливість п'єзорезонатора. П'єзорезонансні датчики з зазором (динамічний діапазон $0-40 кПа$, роздільна здатність $0,67 Па$) є перспективними вторинними перетворювачами для портативних спірометрів, у порівнянні з найкращими сучасними датчиками тиску (динамічний діапазон $0-3,5\ кПа$, роздільна здатність $1 Па$).

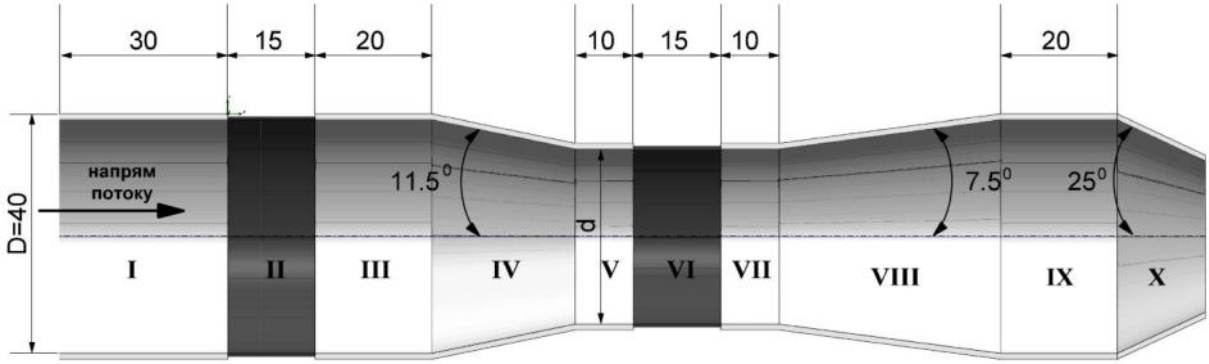


Рисунок 1 – Модифікована конструкція витратоміра Вентурі

Методи дослідження включали аналітичний розрахунок та імітаційне моделювання у модулі Flow Simulation САПР SolidWorks, для оптимізації геометрії трубки Вентурі та аналізу деформацій вимірювальних манжет. Результати показали, що при максимальних витратах 11 л/с перепад тиску не перевищує 5 кПа, а деформації вимірювальних манжет становлять 120–180 мкм, що достатньо для роботи п'єзорезонансного датчика з зазором. Підтверджено ефективність модифікованого витратоміра Вентурі: досягнуто високу точність при низьких втратах тиску, спрощено санітарну обробку та знижено енергоспоживання.

ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ГЕЙМІФІКАЦІЇ В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ З ФІЗИКИ

Гапоченко С.Д., Любченко О.А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Нинішній етап розвитку науки й виробництва потребує формування й розвитку нових навичок у студентів – майбутніх науковців і інженерів. Актуальною є, зокрема, проблема активізації самостійної індивідуальної роботи майбутніх фахівців: розвитку здатності до аналізу, синтезу, уміння формулювати задачу дослідження, розробляти способи її виконання та аналізувати результати. Сучасні інформаційні технології (пакетні розрахункові та моделювальні програми, віртуальні лабораторні роботи *тощо*) надають широкі можливості для наповнення навчального процесу якісно новим змістом. Особливе місце посідають симулятори різних процесів, зокрема фізичних, які за рахунок гейміфікації задачі надають можливість активізувати навчально-пізнавальну діяльність студента шляхом включення наочно-образного мислення.

Нами були розроблені індивідуальні домашні завдання для самостійної роботи студентів на базі симулятора PHET Interactive simulations, створеного колективом Колорадського Університету в Боулдері (University of Colorado at Boulder): за темами «Рух тіла, кинутого під кутом до горизонту» та «Дослідження моделей атома та закономірностей радіоактивного розпаду ядер» (рис. 1), які передбачають широкі можливості для самостійної роботи студентів під керівництвом викладача.



Рисунок 1

Кожен студент отримує індивідуальне завдання: набір вихідних параметрів, які можна змінювати в широких межах. Робота складається з двох етапів. На першому етапі студент за певним алгоритмом повинен виконати дослідження, проаналізувати результати й зробити висновки. На другому етапі студентові пропонується самостійно розширити спектр параметрів (із можливих), що впливають на процес і виконати необхідні дослідження, а також розв'язати відповідну теоретичну задачу. Під час виконання завдання студент має можливість отримати індивідуальні консультації викладача.

Обидва завдання були протестовані в групах, де заняття проводять автори. Результати показали зростання ефективності засвоєння студентами теми, яка вивчалась за допомогою симулятора.

МАГНІТНЕ ПОЛЕ ПОБЛИЗУ ВБУДОВАНОЇ ТРАНСФОРМАТОРНОЇ ПІДСТАНЦІЇ

Грінченко В.С., Перегуда О.В.
Інститут загальної енергетики Національної академії наук України, м. Київ

Вбудована трансформаторна підстанція є джерелом магнітного поля. Поглинання магнітного поля промислової частоти будівельними матеріалами є несуттєвим [1]. Тому магнітне поле майже без викривлень розповсюджується у житлових приміщеннях, розташованих поблизу трансформаторної підстанції. В розвинених країнах гранично допустимий рівень магнітного поля промислової частоти регламентується відповідними стандартами та нормативами. В Україні згідно [2] він складає 0,5 мкТл усередині житлових приміщень. В роботі [3] показано, що перевищення цього гранично допустимого рівня спостерігається лише на першому поверсі над трансформаторною підстанцією, яку розташовано, відповідно, на цокольному поверсі.

Представлену роботу присвячено аналізу залежності площі S, на якій спостерігається перевищення рівня 0,5 мкТл, від відстані h між вбудованою трансформаторною підстанцією та контрольною площиною, яку розташовано над підстанцією. Досліджено розподіл магнітного поля підстанції 10/0,4 кВ з одним трансформатором потужністю 100 кВА. Параметри підстанції наведено в [4]. Висота h контрольної площини над підстанцією варіюється від 1 м до 3,2 м. Поблизу підстанції, на висоті h = 1 м над нею, спостерігається перевищення рівня 0,5 мкТл на ділянці площею S = 23,9 м^2. При віддаленні від підстанції магнітне поле згасає та, відповідно, зменшується величина S. На рис. 1 представлено залежність $S(h)$ для розглянутої підстанції. На висоті h = 3,2 м над підстанцією перевищення гранично допустимого рівня не спостерігається.

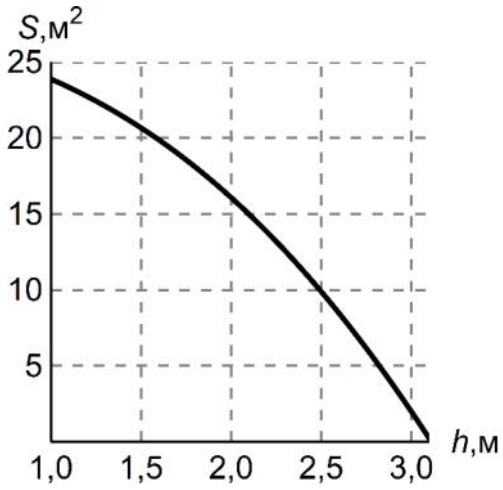


Рис. 1

Література:

1. Pelevin D.Ye. Screening magnetic fields of the power frequency by the walls of houses. *Electrical engineering & Electromechanics*, 2015, no. 4, pp. 53–55.

2. *Правила улаштування електроустановок*, Міненерговугілля України, 2017, С. 246–249.

3. Грінченко В.С., Перегуда О.В. Магнітне поле на першому та другому поверхах будинку, створене вбудованою трансформаторною підстанцією. *Перспективи розвитку територій: теорія і практика: матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених*, 2024, С. 81–83.

4. Кундіус К.Д. Аналіз ефективності активного екранування зовнішнього магнітного поля вбудованих трансформаторних підстанцій потужністю до 1260 кВА. *Енергетика, Економіка та Електротехніка*, 2022, № 11–12 (177–178), С. 50–62.

ЗАСТОСУВАННЯ ПАРАЛЕЛЬНИХ АЛГОРИТМІВ НА ОСНОВІ КЛІТИННИХ АВТОМАТІВ ДЛЯ ЕФЕКТИВНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ ТРИВИМІРНИХ МІКРОСТРУКТУР

Гріцкова В.І., Семененко О.С., Шаповалова М.І., Водка О.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Моделювання мікроструктур матеріалів є важливим інструментом для прогнозування їхніх фізичних властивостей, що визначають придатність матеріалів для використання в різних галузях промисловості. Одним із перспективних методів моделювання є метод клітинних автоматів, який дозволяє точно відтворювати складні процеси, зокрема кристалізацію в тривимірному просторі. Однак основною проблемою залишається висока обчислювальна складність алгоритмів, що потребує значних обчислювальних ресурсів і часу. Тому актуальним завданням є прискорення таких розрахунків за допомогою паралельного програмування, що дозволяє розподіляти навантаження між процесорами. Метою дослідження є розробка та оцінка продуктивності паралельних алгоритмів для генерації тривимірних мікроструктур методом клітинних автоматів на різних процесорних архітектурах.

У межах роботи розроблено чотири паралельні алгоритми на основі структур Мура, фон Неймана, Радіальний та Ймовірнісний, інтегровані до програмного середовища MatViz3D. Для реалізації багатопотокової обробки задіяно технологію OpenMP, що забезпечує одночасне виконання розрахунків на багатоядерних процесорах. Проведено серію тестувань із різною кількістю потоків на процесорах різних архітектур для оцінки прискорення та ефективності алгоритмів. Аналіз виконано з урахуванням залежності продуктивності від кількості потоків, розміру модельного домену та апаратних обмежень системи. Додатково розглянуто особливості поведінки алгоритмів на настільних і мобільних процесорах, з урахуванням їхніх тактових частот, обсягу кеш-пам'яті та систем охолодження.

Очікується, що алгоритм Мура продемонструє найвище прискорення на всіх протестованих процесорах, завдяки своїй компактній локальній топології. Натомість Ймовірнісний алгоритм забезпечить стабільну продуктивність із мінімальними коливаннями часу виконання незалежно від умов навантаження. Передбачається, що настільні процесори перевершать мобільні за рахунок вищих тактових частот і кращого теплового режиму, що дає змогу довше підтримувати пікову продуктивність. Водночас збільшення кількості потоків призводитиме до зниження ефективності через накладні витрати на синхронізацію та керування потоками. Результати дослідження ляжуть в основу подальшого вдосконалення алгоритмів у MatViz3D, зокрема розробки GPU-версій та алгоритмів балансування навантаження для підвищення продуктивності при моделюванні великих і складних мікроструктур.

SUBSTRATE INFLUENCE ON CDTE THIN FILM PROPERTIES

Dobrozhan A.I., Khrypunov M.S., Andriushchenko E.O., Kirichenko M.V., Minakova K.O., Zaitsev R.V.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

Cadmium telluride (CdTe) remains a prominent material in the field of thin-film semiconductors, widely utilized for the development of cost-effective and high-efficiency photovoltaic devices, particularly terrestrial thin-film solar cells. Its widespread application is primarily attributed to its near-optimal direct bandgap (~1.5 eV) for solar energy conversion under standard illumination conditions, along with a high absorption coefficient that enables efficient light harvesting with absorber layers only a few micrometers thick. Additionally, the availability of mature and resource-efficient deposition techniques for CdTe thin films has further promoted its industrial scalability. First Solar (USA) currently leads the global market in the commercial production of high-performance CdS/CdTe solar modules, with a reported cumulative module output of 2.4 GW in 2020.

Structural analysis of CdTe films deposited on glass substrates revealed the predominance of a cubic crystalline phase, whose presence intensifies with increasing substrate temperature, reaching a maximum phase fraction at 200 °C. However, X-ray diffraction (XRD) patterns display a broad halo in the 2θ range of 39°–46°, indicative of limited crystallinity and suboptimal structural ordering at lower deposition temperatures.

Elevated substrate temperatures promote enhanced texturing of the films and lead to a marked reduction in internal stresses–by approximately an order of magnitude–when the temperature is increased from 100 °C to 200 °C. Moreover, the nature of the residual stress transitions from compressive to tensile within this range. Given that the lattice constants of the hexagonal CdTe phase remain effectively invariant, the observed stress inversion likely corresponds to the nucleation and growth of the cubic phase. Upon further temperature elevation to 300 °C, the stress state again becomes compressive, which may correspond to a reduction in the hexagonal phase fraction. Notably, the lattice constant of the cubic phase was observed to exceed its reference value, suggesting the presence of significant tensile stress within this phase.

For CdTe films deposited on glass substrates coated with a transparent conductive oxide (ITO) at 200 °C, XRD analysis identified the coexistence of two hexagonal phases (designated H1 and H2) and one cubic phase (C). Similar to the observations on bare glass substrates, an increase in substrate temperature leads to an enlargement of coherent scattering domain sizes. Across all temperatures studied, the dominant H1 hexagonal phase exhibits a pronounced texture. From 100 °C to 200 °C, a slight reduction in the degree of texture is observed for the H1 phase, followed by a substantial enhancement at 300 °C. Internal stress analysis further shows that the absolute stress magnitude decreases by a factor of two between 100 °C and 200 °C. As the temperature increases beyond this point, the stress polarity reverses from tensile to compressive, accompanied by a reduction in stress magnitude by approximately two orders of magnitude.

THIN-FILM FLEXIBLE THERMOELECTRIC MODULE WITH NANOSTRUCTURED ZINC OXIDE ARRAY ON A POLYIMIDE SUBSTRATE

Klochko N.[1], ShepotkoY.[1], Petrushenko S.[2,3], Adach K.[3], Fijalkowski M.[3], Dukarov S.[2], Sukhov V.[2]

[1] National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv
[2] V.N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv
[3] Technical University of Liberec, Liberec, Czech Republic

Lightweight thin-film flexible thermoelectric (TE) modules can be used as wearable low-power power sources for small gadgets and biosensors. The human skin temperature varies from 28 °C to 37 °C with the change in environment temperature from 0 °C to 35 °C. In addition, the heat flux varies from 50 to 150 W/m^2 during regular body activities. Thus, theoretically a wearable TE module can generate a maximum of 180 μW/cm^2 from human skin (the skin temperature and heat flux are assumed to be 34 °C and 20 mW/cm^2, respectively) at an ambient temperature of 22 °C. Typically, the chest, head, and the warmest area of the wrist (near the radial artery) of a person in an office have a temperature of about 34 °C. Therefore, these body parts are useful for energy harvesting. However, the thorax is more sensitive to local cooling in cold weather, and for human comfort, the heat flux must be significantly limited. Therefore, in experiments at low ambient temperatures, the maximum power can be obtained for a TE module worn on the wrist. As calculations have shown, if a TE module has a TE element length of 3 cm, then in typical winter weather conditions at a temperature of -15 °C, a fairly large temperature gradient ΔT of 43-50 K can be obtained. In this work, a submicron-thick semiconductor nanostructured zinc oxide (ZnO) film was used to create a lightweight flexible wearable thermoelectric module, since ZnO is biocompatible, stable in the environment, and has a Seebeck coefficient of -100 μV/K. The nanostructured ZnO film was grown by the Successive Ionic Layer Adsorption and Reaction (SILAR) method to obtain the *n*-type *n*-ZnO/PI TE element for the TE module. Four n-ZnO/PI strips with an area of 0.5×3 cm^2 each were equipped with thin-film Al contacts and electrically connected in series by four thin chromel wires, which were used as low-power *p*-type TE elements because the Seebeck coefficient of chromel is +24 μV/K. For the electrical connection of Al/*n*-ZnO/PI with chromel and with the external circuit, an electrically conductive epoxy adhesive containing silver was used, and thus ohmic contacts were obtained, which was confirmed by the linear volt-ampere characteristic of the TE module. The thermoelectric parameters at ΔT = 50 K of the manufactured flexible TE module with four thermocouples made of four Al/n-ZnO/PI strips and four thin chromel wires were investigated by recording its load current-voltage characteristics. Under operating conditions, the TE module was attached to the jacket cuff (the warm contact was located near the wrist and the cold contact was on the outside of the cuff), the TE module's open-circuit voltage was 25 mV, the short-circuit current was 80 nA, and the output power was 0.48 nW without any human activity. Several such TE modules, combined into a lightweight, wearable TE generator, can power biosensors for monitoring the heart, pulse, or blood glucose levels.

БІОСЕНСОР ПОВЕРХНЕВОГО ПЛАЗМОННОГО РЕЗОНАНСА НА ОСНОВІ ГІБРИДНИХ НАНОСТРУКТУР І МЕТАМАТЕРІАЛІВ

Корсунський Є.С., Куліш С.М.
Національний аерокосмічний університет «Харківський авіаційний інститут», м. Харків

Робота присвячена підвищенню чутливості біосенсора поверхневого плазмонного резонанса[1] (ППР) із застосуванням конфігурації Кретчманна[2] з плівкою срібла і скла ВК-7 при використанні комплексного підходу, що включає вдосконалення конструкції сенсора шляхом оптимізації геометричних параметрів з застосуванням додаткового наношару Графену

Розробка біосенсорів на основі гібридних наноструктур і метаматеріалів є перспективним і актуальним напрямком у сучасній аналітичній хімії, і відкриває можливості для дослідження біологічних речовин.[3]

В роботі було проведено комп'ютерне моделювання характеристик відбиття та параметрів сенсора з використанням метод скінченних елементів і програмного середовища COMSOL Multiphysics 6.2.

За результатами моделювання сенсора з шаром Графену отримано залежність відбиття хвилі від кута падіння. Встановлено оптимальні параметри геометрії сенсора, що забезпечило мінімальне відбиття та підвищення чутливості на 9% при товщині плівки срібла – 55 нм і Графену – 2.9 нм. Дослідження біосенсора на основі даних реальних біологічних зразків[4][5] дало змогу визначити діелектричну проникність зразків біотканин людини і встановити положення резонансного кута для кожного зі зразків, а також встановити відносну похибку вимірювання, яка становить приблизно 3% і яка зумовлена наявністю у реальних біологічних зразків коефіцієнта екстинкції, який впливає на положення резонансного кута.

Література:

1. Handbook of Surface Plasmon Resonance. 2nd Edition. Edited by R. B. M. Schasfoort. The Royal Society of Chemistry, 2017.
2. І. Д. Войтович, Т. С. Лебедєва, П. Б. Шпильовий та ін. "Оптичні біосенсори на багатошарових тонкоплівкових структурах". Електроніка і зв'язок, № 2, с. 174–179, 2010.
3. M. Buiu, C. Bala. "SPR and SPR imaging: recent trends in developing nanodevices for detection and real-time monitoring of biomolecular events" // Sensors. – 2016. – Vol. 16. – P. 870–884.
4. Giannios P., et al. Visible to near-infrared refractive properties of freshly-excised human-liver tissues: marking hepatic malignancies // Scientific Reports. – 2016. – Vol. 6, No. 1. – P. 27910. – doi: 10.1038/srep27910.
5. Giannios P., Koutsoumpos S., Toutouzas K.G., Matiatou M., Zografos G.C., Moutzouris K. Complex refractive index of normal and malignant human colorectal tissue in the visible and near-infrared // Journal of Biophotonics. – 2017. – Vol. 10, No. 2. – P. 303-310. – doi: 10.1002/jbio.201600001.

ТЕПЛОВІ ПРОЦЕСИ КОМБІНОВАНОЇ ФОТОЕНЕРГЕТИЧНОЇ УСТАНОВКИ

Кузякін О.О., Саприкін Р.І., Мінакова К.О., Кіріченко М.В., Зайцев Р.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Одним із ефективних підходів до зниження вартості електроенергії, що виробляється фотоенергетичними системами, є створення установок, здатних працювати за умов високої концентрації сонячного випромінювання. За такого підходу забезпечується суттєве зменшення площі напівпровідникових структур, відповідальних за перетворення сонячної енергії в електричну, що, своєю чергою, знижує вартість активних матеріалів та підвищує загальну ефективність системи. У якості базового матеріалу для створення високоефективних фотоелементів традиційно застосовується арсенід галію, який демонструє найвищі показники перетворювальної ефективності серед відомих напівпровідників. Зокрема, у роботі показано, що багатокаскадні сонячні елементи на основі цього матеріалу здатні досягати коефіцієнта корисної дії (ККД) 39,2% за стандартних умов освітлення AM1 та 47,1% при концентрації сонячного випромінювання, що у 143 рази перевищує природний рівень.

З метою забезпечення стабільної роботи фотоелементів за умов інтенсивного опромінення, розроблено конструкцію теплообмінного блоку з вдосконаленим радіатором, яка реалізує перехідний режим течії охолоджувального агента. Така конструкція забезпечує високий коефіцієнт тепловіддачі між теплоносієм і верхньою пластиною радіатора – на рівні приблизно 10 000 Вт/(м²·К) за швидкості потоку у міжпластинному просторі близько 2,1 м/с. Запропоноване технічне рішення дозволяє ефективно відводити теплове навантаження від поверхні сонячних елементів при роботі в умовах 400-кратної концентрації сонячного випромінювання. Розрахунки показали, що навіть за температури охолоджувальної рідини на вході 48 °C та її витрати 8,6 л/хв, температурний режим арсенід-галієвих елементів залишається в межах, допустимих для ефективного функціонування. Додатково, моделювання підтвердило, що модернізація конструкції теплообмінного блоку шляхом централізації входу теплоносія та реалізації двох симетричних виходів на протилежних краях сприяє підвищенню рівномірності температурного поля на робочій поверхні елементів, що позитивно впливає на їхню довготривалу стабільність та ефективність.

Виконано оцінювання прогнозованих встановлених енергетичних показників функціонування теплоелектричної фотоенергетичної установки. За умов стандартного сонячного спектра AM1 та 400-кратного підсилення сонячного потоку, для сонячних елементів із коефіцієнтом корисної дії 30%, розрахункові значення параметрів становлять: електрична потужність – 650 Вт, теплова потужність – 2370 Вт, сумарна встановлена корисна потужність – 3020 Вт. Загальна енергетична ефективність установки при цьому досягає рівня 87%, що свідчить про високий потенціал поєднання фотоелектричного та теплового каналів перетворення енергії у висококонцентраційних умовах експлуатації.

ЕЛЕКТРОЛІТНО-ПЛАЗМОВА ОБРОБКА ТА БОРИДУВАННЯ РІЗНИХ ПОВЕРХОНЬ

Ніколайчук Г.П., Таран А.В.*
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», * Національний Науковий Центр «Харківський фізико- технічний інститут» Інститут фізики плазми м. Харків

В роботі представлені результати дослідження анодного та катодного електролітно-плазмового полірування (ЕПП) різноманітних поверхонь, а також їх боридування. Відмінністю цієї роботи від попередніх є те, що перед боридуванням поверхня була оброблена активними речовинами, що дозволило збільшити їхню чистоту та отримати більш значні результати боридування.

Дослідження зразків проводили з використанням растрової електронної мікроскопії та рентгенівської дифракції на дифрактометрі ДРОН-УМ1.

Були показані результати ЕПП мідних підкладок М2Р в 2% розчині $(NH_4)_2SO_4$ + 0,5% NaCl, латуні L68 M2R EPP, полірованої 2% розчином $(NH_4)_2SO_4$ + 0,5% NaCl, а також нержавіючої сталі 12Х18Н9Т. Для поверхневого зміцнення та текстурування поверхні нержавіючої сталі 12Х18Н9Т використовували електролітно-плазмове боридування (ЕПБ) 15% або 20% розчином бури впродовж 10 хвилин. Результати дослідження показують, що на всіх поверхнях відбуваються структурні зміни і модифікація поверхневого шару на глибини від 80 до 150 мкм. Так, наприклад, для нержавіючої сталі її початкова поверхня була крупнокристалічною з помірною текстурою в орієнтації (200) і на дифрактограмі були лише піки, характерні для Fe-α з параметром кристалічної гратки a = 2.872Å. То після обробки розчином бури на рентгенограмах зразків з'являються два додаткових піки на додаток до піків фериту Fe-α. Ці рефлекси відносяться до борату заліза $FeBO_3$ (гексагональна гратка) з параметрами гратки a = 4,659Å; c = 14,601Å. Після боридізації сталі в інтервалі температур 773–873 K на її поверхні з'являється шар аморфного оксиду бора, який призводить до додаткового захисту сталі від подальшої корозії і зміцнює її.

В роботі показана ефективність застосування методу електролітно-плазмового полірування з послідовним застосуванням електролітно-плазмового боридування, що дало змогу підвищити мікротвердість нержавіючої сталі типу 12Х18Н9Т після боридування від 130 до 500 кг/мм^2.

DEPENDENCE OF QUANTUM SIZE OSCILLATIONS PERIOD ON COMPOSITION OF $Bi_{1-x}Sb_x$ POLYCRYSTALLINE THIN FILMS

Rogachova O.I., Vodoriz O.S., Men'shov Yu.V., Martseniuk V.Y., Tavrina T.V.
National technical university "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

Crystals and thin films of $Bi_{1-x}Sb_x$ solid solutions are well known as promising thermoelectric (TE) materials for refrigerating devices. The development of nanotechnologies has stimulated studies of $Bi_{1-x}Sb_x$ thin-film structures. Due to their extremely low effective electron masses and a high charge carrier mobility, these materials are very convenient for observing quantum size effects. Recently, interest in studying the transport properties of $Bi_{1-x}Sb_x$ thin films has grown due to the observation of the topological-insulator properties in $Bi_{1-x}Sb_x$ solid solutions.

Previously, in the laboratory of semiconductor physics and thermoelectricity of NTU "KhPI" a number of experimental results were obtained on the TE properties of thin $Bi_{1-x}Sb_x$ films [1-3]. All films with thicknesses d = 10-400 nm were prepared by thermal evaporation in vacuum from a single source ($Bi_{1-x}Sb_x$ polycrystals) with subsequent deposition onto (111) mica surface and had the orientation in the direction of the trigonal axis. It was established that room-temperature d-dependences of electrical conductivity, the Hall coefficient, Seebeck coefficient, and TE power factor for thin films grown from crystals with x=0, 0.02, 0.045, and 0.09 had oscillatory character. The theoretically calculated value of Δd, using the model of an infinitely deep quantum well, was in good agreement with the experimental one.

The purpose of the present work is to analyze the previously obtained experimental data and identify the dependence of the oscillation period Δd on composition (x=0, 0.02, 0.045, and 0.09) and the nature of oscillation manifestation depending on d.

Based on the experimental results, we have built the dependences of oscillation period on composition (x) and established that Δd increases with increasing Sb content almost linearly. With x increasing as 0.00 (Bi)→0.02→0.045→0.09, the oscillation period Δd increases as 25 → 45 → 75→105 nm. The surprising fact is that quite clear oscillations for all compositions are observed not only at low temperatures but also at room temperature (300 K). Although several propositions have been made, a definitive explanation for this fact has yet to be found.

References:

1. Rogacheva EI, Orlova DS, Nashchekina ON, Dresselhaus MS, Tang S. Thickness dependence oscillations of transport properties in thin films of a topological insulator $Bi_{91}Sb_9$. *Appl. Phys. Lett*. 2012. 101. 023108 (1-4).

2. Rogacheva EI., Orlova DS., Dresselhaus MS., Tang S. Size Effects in Bi-Sb Solid Solutions Thin Films. *MRS Online Proceedings Library*. 2011.1314. 1-6.

3. Rogacheva EI, Novak KV, Orlova DS, Nashchekina ON, Lisachuk GV. Size effects and thermoelectric properties of $Bi_{0.98}Sb_{0.02}$ thin films. *J. Thermoelectricity*. 2020. 4. 14-33.

EPITAXIAL FILMS AND NANOSTRUCTURES BASED ON YTTERBIUM CHALCOHENIDES

Sipatov O.Y., Moroz E.V., Turenko O.V.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

Europium chalcogenides (YbS, YbSe, YbTe) are of great interest to researchers, possessing a unique combination of electrical, magnetic, optical and other properties. Their use in a thin-film state opens up wide opportunities for modern microelectronics and other branches of new technology. This work investigates the possibility of obtaining single-crystal films and nanostructures based on these materials by the methods of thermal (electron-beam) evaporation and vacuum condensation on single-crystal substrates of KCl, BaF2 and mica. The results of the studies showed that europium chalcogenides grow on these substrates in the form of polycrystalline (at best textured) films. No changes in the condensation conditions (temperature, speed, vacuum) led to an improvement in the quality of europium chalcogenide films. The problem was solved by using buffer layers of lead chalcogenides (PbS, PbSe, PbTe), which grow on these substrates in the form of single-crystal films. Lead and europium chalcogenides have the same type of bond (ionic-covalent) and type of crystal lattice (NaCl) with close periods, which ensured the implementation of the layer-by-layer mechanism of their growth on each other and the production of not only single-crystal layers of these materials, but also nanostructures of various types: superlattices (Fig. 1), quantum wells, quantum dots.

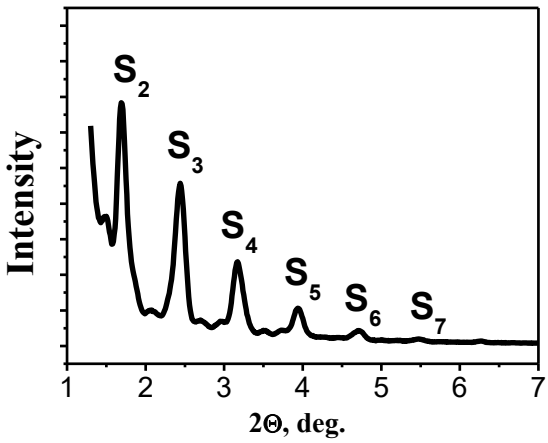


Fig. 1 - X-ray diffraction pattern of the YbS-PbS/(001)KCl superlattice with a period of 11.4 nm near the primary beam. Sn - satellite reflections.

ПОКАЗНИКИ НЕСИНУСОЇДАЛЬНОСТІ НАПРУГИ У МІЖНАРОДНИХ І НАЦІОНАЛЬНИХ СТАНДАРТАХ

Тищенко В.Я.

Інститут загальної енергетики НАН України, м. Київ

У роботі здійснено системний аналіз сучасних підходів до оцінювання несинусоїдальності напруги в електричних мережах на основі міжнародних (IEC, IEEE, EN) та національних (ДСТУ) стандартів. В умовах широкого впровадження силової електроніки, інверторних систем та нелінійних навантажень особливо актуальним стало вивчення впливу гармонічних спотворень на якість електроенергії.

Результати аналізу показали, що стандарт IEEE 519 [1] встановлює максимально допустиме значення загального гармонічного спотворення напруги (THDv) у мережах низької напруги (LV) на рівні 8%, а для окремої гармоніки – 5%, у межах середньої напруги (MV) на рівні 5% та 3% для окремої гармоніки відповідно. У свою чергу, європейський стандарт EN 50160 [2] передбачає граничне значення THDv також 8%, але з урахуванням гармонік до 40-го порядку; крім того, цей стандарт визначає межі для окремих гармонік на однаковому рівні для LV та MV – до 25-ї гармоніки включно. Стандарти IEC, зокрема IEC 61000-2-2 [3] для мереж LV та IEC 61000-2-12 [4] для мереж MV, встановлюють так звані межі сумісності, що регулюють допустимі значення гармонік у спільних точках приєднання. Обидва ці документи, аналогічно до [1] та [2], передбачають граничний рівень THDv у 8%, а також встановлюють межі для окремих гармонік напруги до 50-го порядку включно

Український стандарт ДСТУ EN 50160:2023 [5] являє собою адаптованим перекладом стандарту [2], але містить додаткові конкретизовані вимоги до гармонік прямої та зворотної послідовностей. Українська редакція стандарту відрізняється чітким визначенням меж для парних і непарних гармонік окремо, що свідчить про орієнтацію на підвищення точності оцінки.

Проаналізовані стандарти, попри загальну схожість у межах допустимих рівнів THD (8% для напруги), відрізняються в деталях, зокрема за максимальним порядком гармонік, підходами до оцінки парних/непарних гармонік і правилами усереднення вимірів. Ключовим є висновок про необхідність оновлення існуючих міжнародних нормативів відповідно до нових викликів, зокрема щодо вимірювання спотворень у діапазоні вищих гармонік і забезпечення узгоджених методів оцінки у різних країнах. Це є особливо актуальним у контексті розвитку децентралізованої генерації, інтеграції фотоелектричних систем та впровадження цифрових мереж.

Література:

1. IEEE 519 Recommended Practice and Requirements for Harmonic Control in Electric Power Systems; IEEE Standard 519-2014; IEEE: New York, NY, USA, 2014.
2. Standard EN 50160. Voltage Characteristics of Electricity Supplied by Public Distribution Systems; EN 50160; CENELEC: Brussels, Belgium, 2010.
3. IEC Standard IEC 61000-2-2: Environment-Compatibility Levels for Low-Frequency Conducted Disturbances and Signalling in Public. Geneva, Switzerland, 2002.
4. IEC Standard IEC 61000-2-12: Environment-Compatibility Levels for Low-Frequency Conducted Disturbances and Signalling in Public Medium-Voltage Power Supply Systems; Geneva, Switzerland, 2003
5. ДСТУ EN 50160:2023 Характеристики напруги електропостачання в електричних мережах загальної призначеності (EN 50160:2022, IDT)

ЛЕГОВАНІ СІРКОЮ НАНОСТРУКТУРОВАНІ ПЛІВКИ ЙОДИДУ МІДІ У ЯКОСТІ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ХЕМІРЕЗИСТИВНИХ ДАТЧИКІВ АМІАКУ

Федоненко Д.Ю. [1], Клочко Н.П. [1], Петрушенко С.І. [2,3], Дукаров С.В. [2], Сухов В.М. [2]

[1] Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

[2] Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, м. Харків

3 Технічний університет у Ліберці, м. Ліберець, Чеська Республіка

Нами розроблено експериментальні зразки тонкоплівкових хемірезистивних датчиків, що працюють при кімнатній температурі і є придатними для вибіркового виявлення в режимі реального часу аміаку у подиху людини з метою діагностики та моніторингу захворювань. Наноструктуровані плівки йодиду міді товщиною ~1 мкм, що містили ~2 ат. % або ~8 ат.% сірки, відповідно, плівки CuI і CuI:S, осаджували рідиннофазним автоматичним методом SILAR на тверді скляні підкладки та на гнучкі поліетиленові стрічки. Перевагами легованого сіркою йодиду міді є його біосумісність і той факт, що він виготовляється з широкодоступних матеріалів. Коли розчини під час осадження мали температуру 20°C, отримували масиви нанопластівців CuI:S з низькою електропровідністю 0,05 См·см$^{-1}$ і порівняно малою реакцією на невеликі концентрації аміаку. При незначному нагріванні розчинів до 30°C вдалося отримати (111)-текстуровану тонку плівку йодиду міді на скляній підкладці, нанокристалічні зерна якої мали трикутну форму з довільною орієнтацією в площині, містили ~8 ат.% S і мали електропровідність 22 См см$^{-1}$. Ця наноструктурована плівка CuI:S продемонструвала найкращу селективну чутливість до низьких концентрацій аміаку у виді відносного збільшення електричного опору ~50 під впливом 3 млн$^{-1}$ NH_3. Електропровідності нанесених на поліетиленові підкладки плівок з трикутними зернами становили 0,02 См см$^{-1}$ для плівки CuI з 2-3 ат.% S і зростали до 0,3 См см$^{-1}$ зі збільшенням кількості сірки до ~7 ат.% в CuI:S за рахунок наявності додаткових мілких акцепторів S_I. За даними енергодисперсійного рентгенівського аналізу, існують значні відмінності між поверхневим і середнім складом плівок. Плівки CuI:S і CuI є незначно збагаченими Cu, але їхні поверхні мають високий вміст йоду. Вплив водяної пари, ацетону та етанолу на відгук датчиків аміаку є незначним через специфічну хімічну взаємодію йодиду міді з аміаком. Висока провідність плівок дозволяє датчикам видавати інтенсивні сигнали, що перевищують рівень виявлення, обмежений шумом, навіть при концентраціях NH_3 нижче 1 млн$^{-1}$. Межа виявлення аміаку розробленими датчиками ≈ 0,15 млн$^{-1}$ NH_3 вдвічі нижча за типовий рівень аміаку у подиху здорової людини. Їх чутливість до аміаку та час відгуку/відновлення є одними з найкращих для хемірезистивних датчиків, що працюють при кімнатній температурі. Використання низької напруги зміщення 1 В для роботи при кімнатній температурі дозволяє інтегрувати розроблені нами датчики аміаку зі смартфонами, надаючи їм автономність.

AUTOMATED SILAR COATING SYSTEM DESIGN VIA MODULAR MICROCONTROLLER AND 3D PRINTING SOLUTIONS

Chornyi V.M., Dobrozhan A.I.
National Technical University
«Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

The SILAR (Successive Ionic Layer Adsorption and Reaction) coating technique is a cost-effective method for depositing thin nanostructured films, critical for photovoltaics, sensors, and catalysis applications. However, manual SILAR systems face reproducibility, scalability, and precise parameter control challenges. Integrating accessible technologies-microcontrollers (Arduino, ESP32, Raspberry Pi), 3D printing, and open-source software-offers a pathway to automate and optimize SILAR processes while retaining affordability and adaptability for research and small-scale industrial use.

A modular SILAR system could leverage Arduino or Raspberry Pi for real-time control of immersion cycles, temperature, and precursor solution pH. For instance, ESP32's wireless capabilities enable remote monitoring of deposition parameters, while stepper motors driven by microcontroller code ensure consistent substrate movement between solutions. 3D-printed components, such as customizable reactor vessels, substrate holders, or flow cells, reduce costs and enable rapid prototyping. Open-source CAD designs and affordable FDM/Resin 3D printers allow iterative hardware optimization – e.g., designing chemically resistant parts from PETG or PVDF filaments. Machine learning algorithms (deployable on Raspberry Pi 4) could refine deposition cycles by analyzing film quality data from integrated optical sensors or impedance spectroscopy modules.

Key advantages include scalability (from lab to pilot-scale systems), reproducibility via automated feedback loops, and adaptability to diverse materials (e.g., metal oxides, chalcogenides). Challenges remain in ensuring long-term chemical compatibility of 3D-printed parts and calibrating low-cost sensors for precise ionic concentration measurements. However, existing solutions, such as coating 3D-printed surfaces with inert polymers or using commercial pH/conductivity sensors, mitigate these limitations.

This approach democratizes advanced thin-film fabrication, enabling resource-limited labs to innovate in nanomaterials. By merging open-source hardware with SILAR's versatility, the system accelerates research and development cycles and bridges the gap between academic research and industrial production. Future work could explore AI-driven optimization of deposition parameters or hybrid systems combining SILAR with spin-coating/electrodeposition modules, further expanding its utility in next-generation material engineering.

MODELLING OF MAGNETIC HYSTERESIS LOOPS IN THE STUDY OF NiFe/Cu/Co SPIN-VALVE SYSTEMS CHARACTERISTICS

Shipkova I., Veretennikova Y., Roschenko S.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

The layered NiFe/Cu/Co nanosystem is attractive due to the observable effect of giant magnetoresistance. The required condition for the effect is the achievement of a state with an antiparallel alignment of magnetization vectors in adjacent layers, which can be fulfilled in this system due to different values of the coercive force of cobalt and permalloy films. When used in electronic devices, the shape of the field dependence of magnetoresistance is of great importance. This dependence correlates with the shape of the magnetic hysteresis loop and its parameters. In this work it is presented a way to modelling the hysteresis loops of a spin-valve system based on the characteristics of individual films, as well as a study of changing these characteristics during low-temperature annealing.

The sample composition for this study is $Ni_{80}Fe_{20}$/Cu/Co/Cu ($Ni_{80}Fe_{20}$ und Co are magnetic layers and Cu is a nonmagnetic one). The thicknesses of layers were: permalloy – 4-6 nm, cobalt – 2 nm, copper – 2, 2.7, and 10 nm. We have measured the magnetic characteristics of the films in fields up to 1 kOe using a high-sensitivity vibrating sample magnetometer.

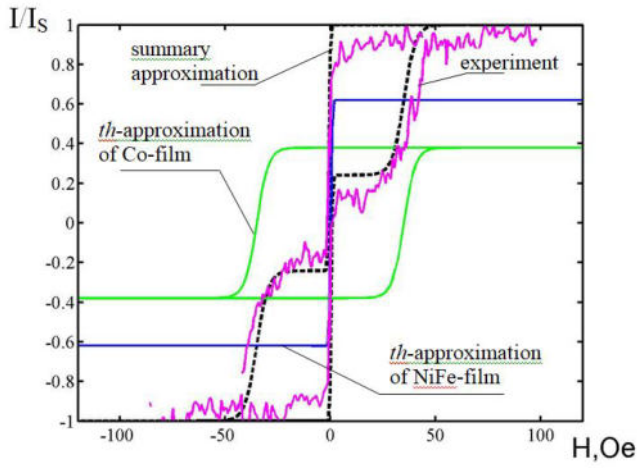
For modelling the shape of the loops, a hyperbolic approximation was used, as shown below:

$$\frac{I}{Is} = \frac{2}{\pi} th\left(\frac{H \pm Hc}{Hc} tg\left(\frac{\pi \cdot s}{2}\right)\right),$$

where I/I_s is relative magnetization, H_C is coercivity, s is relative remanent magnetization.

An example of this approximation is shown in the figure for a system with a thick t_{Cu} >10 nm layer.

According to the modelling results it was found that the magnetic layers into the structure with t_{Cu} >10 nm are magnetied independently of each other and have characteristics close to those of individual films ($H_{C\,Co}$ = 35 Oe, s = 0,9, $H_{C\,NiFe}$ = 0,5 Oe, s = 0,5). In films with t_{Cu} < 2.7 nm the mutual influence of the layers causes the following parameters: $H_{C\,Co}$ = 6 Oe, s = 0,9, $H_{C\,NiFe}$ = 1,3 Oe, s = 0,5).



During successive annealing in the range of 50 - 150°C, the coercivity of the cobalt layer initially increases up to ~100 Oe. At higher temperatures, a non-hysteresis curve is observed, which can be theoretically described by the Langevin function. The characteristics of the NiFe film in this temperature range practically do not change.

СЕКЦІЯ 3
КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ, ПРИКЛАДНА ФІЗИКА ТА МАТЕМАТИКА

3.3 МІКРОПРОЦЕСОРНА ТЕХНІКА В АВТОМАТИЦІ ТА ПРИЛАДОБУДУВАННІ

THE CONCEPT OF USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND A METROLOGICAL OBSERVER IN A SYSTEM FOR EVALUATING THE QUALITY OF OBJECT FUNCTIONING

Gapon A.I., Kondrashov S.I., Pavlova N.M.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

The rapid development of cyber-physical systems and automated control tools necessitates the implementation of intelligent solutions to enhance the accuracy, reliability, and adaptability of systems for evaluating the quality of technical object functioning. In this context, the integration of artificial intelligence (AI) methods with metrological support tools, in particular the use of a metrological observer as a component of the diagnostic subsystem, is considered promising. Artificial intelligence – especially machine learning methods, neural network modeling, and clustering algorithms – enables the analysis of large volumes of data, recognition of patterns, detection of anomalies in object operation, and forecasting based on trends. This opens up opportunities for creating self-adaptive quality evaluation systems that can modify their assessment criteria depending on the operational conditions and the state of the object. On the other hand, the metrological observer functions as a software-hardware or mathematical module that performs filtering, normalization, and refinement of measured data, taking into account measurement channel errors [1] and possible signal distortions. As a result, the reliability of input data for intelligent analysis is increased, and the likelihood of misinterpretation of the results is reduced.

The integrated combination of these two components – AI and the metrological observer – provides the foundation for developing a hybrid quality assessment system capable of:

- conducting multifactor evaluation of the technical condition of an object;
- promptly detecting and localizing deviations;
- adapting to changes in operational conditions;
- generating diagnostic conclusions with consideration of metrological reliability.

Such systems can be effectively applied across various fields: transportation [2], energy, industrial complexes, medical equipment, and more. This approach enables improved reliability of control, timely detection of performance degradation or faults, and optimization of system maintenance.

References:

1. Кондрашов С.І., Павлова Н.М. Покращення точності тестового методу контролю динамічних параметрів каналів інформаційно-вимірювальних систем // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXIX міжн. н.-практ. конференції MicroCAD-2021, 18-20 травня 2021 р.: у 5 ч. Ч. І. / за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків: НТУ «ХПІ». – С.310.

2. Павлова Н.М., Губський С.О. Діагностика стану автомобіля за допомогою вібрації // XVII Міжн. н.-практ. конференція магістрантів та аспірантів «Теоретичні та практичні дослідження молодих вчених» (28–30 листопада 2023 року): матеріали конференції / за ред. проф. Є.І. Сокола. – Харків : НТУ «ХПІ», 2023. – С.59.

DIFFERENTIAL TRANSFORMER TRANSDUCER FOR MONITORING MECHANICAL STRESSES IN METAL PRODUCTS

Gorkunov B., Lvov S., Oliinyk V.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute»

Control of mechanical stresses in mechanical engineering requires non-contact, accurate, and reliable methods. Traditional absolute electromagnetic methods have limited sensitivity to changes in ferromagnetic materials under mechanical loading [1].

A model of a differential transformer-type electromagnetic transducer (TEMP) has been developed in this study for non-contact monitoring of torsional moments in cylindrical ferromagnetic components.

The transformer-type electromagnetic transducer (TEMP) consists of two pairs of identical transformers. The first pair is mounted on both sides of the test specimen subjected to a torsional moment, while the second pair is symmetrically positioned relative to an unloaded specimen. All four magnetizing windings are connected in series with coordinated polarity and are powered by a sinusoidal current generator. The measuring windings within each pair are also connected in series with matching polarity, whereas the two pairs are interconnected in series but in opposite phase (differential connection).

The study presents experimental research on the non-contact monitoring of mechanical loading in cylindrical ferromagnetic products using a surface-mounted differential transformer-type electromagnetic transducer (EMT). The monitoring was carried out based on the variable-frequency method under the condition of a fixed value of the generalized parameter, which made it possible to assess the sensitivity and effectiveness of detecting changes in the state of the controlled object.

A laboratory setup was developed and used to investigate the dependence of the output signal of a surface-mounted differential electromagnetic transformer transducer (EMTT) on the magnitude of the torsional moment applied to a cylindrical ferromagnetic specimen. A cylindrical shaft subjected to mechanical deformation under the action of a torsional load was selected as the test object.

Experimental results confirmed the high efficiency of the variable-frequency control method, which demonstrates the highest resolution – up to 25 Hz/MPa – compared to the amplitude and phase methods. The approaches proposed in the study for the simultaneous determination of magnetic permeability (μ_r) and electrical resistivity (ρ) make it possible to establish functional dependencies of the form $\mu_r = f(\sigma_m)$ and $\rho = f(\sigma_m)$, as well as to determine their relative sensitivities, which amount to 10% and 5%, respectively.

References:

1. Paton B.Ye., Troitsky V.A., Posypayko Yu.M. Non-Destructive Quality Control in Ukraine // Non-Destructive Testing and Technical Diagnostics: Scientific and Technical Conference, May 19–23, 2003: Conference Proceedings. Kyiv, 2003. Pp. 11–14.

SYNCHRONIZATION ERROR ACCUMULATION WHEN USING BROADCAST DISTRIBUTION OF A REFERENCE TIMESTAMP

Karaman D. G., Dzevochko O. M.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

In cyber-physical systems (CPS), time synchronization is a fundamental component of the stable and secure operation of distributed devices. In particular, accurate clock alignment between nodes ensures the correct execution of real-time algorithms, precise event processing, protection against attacks, and reliable decision-making in automated systems [1].

One of the promising and practical synchronization concepts for networks with limited resources is the use of broadcast distribution of a reference timestamp [2]. The core idea is not to synchronize subordinate nodes directly with the master node but to establish synchronization among all subordinate nodes through the reception of a shared broadcast message transmitted via a common communication environment (wire or radio channel).

This approach significantly reduces the number of error sources associated with asymmetric delays inherent in traditional synchronization mechanisms. Specifically, in classical schemes, transmission and medium access delays affect each node's synchronization time individually. In contrast, when using a broadcast message, these components are identical for all receivers and, therefore, can be excluded from the critical path in error calculation.

However, the accuracy of synchronization is still limited by random, non-deterministic delays that accumulate at different stages of message transmission.

The broadcast-based synchronization mechanism, particularly the Reference Broadcast Synchronization (RBS) protocol, allows for the exclusion of time delays at the sending and medium access stages from the error calculation, since these values are identical for all nodes within a single transmission. Thus, the remaining influencing factors are only the delays associated with signal propagation and processing on the receiving side.

Despite the reduction of error sources, the delays remain non-deterministic and accumulate over time, which can significantly affect synchronization accuracy. Studying these processes is an important scientific and practical task, especially for constructing error estimation models, developing corrective filters, and improving the resilience of systems operating in real-world networks with random delays.

References:

1. Karaman D. G., Dzevochko O. M., Olshevskyi O. M. Automated monitoring of high-speed processes in cyber-physical systems. Avtomatyzatsiia, elektronika, informatsiino-vymiriuvalni tekhnolohii: osvita, nauka, praktyka: materialy IV Mizhnarod. nauk.-tekhn. konfer., (Nov. 28-29, 2024) Kharkiv: NTU «KhPI». 2024. 305 p. (p. 17-18) ISBN 978-617-05-0519-4.

2. Zuev A., Karaman D., Olshevskiy A. «Wireless sensor synchronization method for monitoring short-term events». Advanced Information Systems, Vol. 7(4). 2023. pp. 33–40. DOI: 10.20998/2522-9052.2023.4.04.

OBJECTS STRUCTURE ELECTROMAGNETIC CONTROL

Lvov S.G., Tkachenko V.V., Tyshchenko A.A.
National Technical University
«Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

In modern industry, transport, energy and construction, the need for accurate control of materials and structures without damaging them is increasingly growing. This is necessary for timely detection of defects, prevention of accidents and ensuring long-term operation reliability. This is especially important in critical industries, where even a slight change in the material structure can lead to serious consequences. One of the most promising methods of non-destructive control is electromagnetic control.

This method is based on the principle of interaction of the electromagnetic field with the material of the object of study. Under the influence of an alternating electromagnetic field, eddy currents arise in conductive bodies, magnetic fields change, and these changes can be accurately recorded. If the material has any defects - cracks, cavities or foreign inclusions, then the electromagnetic response will be changed. Thus, it is possible not only to detect changes in the structure of the material and the presence of defects, but also to estimate their depth, size and nature. Usage of electromagnetic control is also possible to measure the thickness of the material, coatings peeling, and find internal inhomogeneities. This method is often used in automated lines for paint layers thickness control, electroplating and non-metallic coatings.

Electromagnetic control has a number of significant advantages. The most important is complete non-destructiveness. The study can be carried out without dismantling or damaging the product. This method is also fast and allows to get a real time results. It can be used even for objects with complex geometry or in conditions of limited access. In addition, it does not require direct contact with the surface - control can be carried out through the coating, paint or varnish. Devices used in electromagnetic control can be stationary and portable, which is very convenient in field conditions.

Electromagnetic control continues to improve and will remain one of the most important technical diagnostics tool in the nearest future. Main advantages are versatility, accuracy, speed and adaptability. It is indispensable in both production and research conditions. Taking into account the trends towards automation, digitalization and the creation of «smart» control systems, the electromagnetic control method has the potential for further breakthroughs in the field of safe and efficient operation of technical systems.

References:

1. Protasov, A. G., Kuts, Yu. V., Lysenko, Yu. Yu. Electromagnetic methods of non-destructive testing. Part 1 Magnetic non-destructive testing. Kyiv, 2022: NTUU «KPI».

METHOD OF THE CALIBRATION OF THE FSK RADIO CHANNELS OF THE MEASURING SYSTEM FOR THE TACTICAL TRAINING

Tetiana Chunikhina, Serhii Aminov
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Military trainings propose the exploitation a big number of the radio channels of the wireless networks, located on the not large area of the polygon. It's necessary to provide the correct operating the radio channels in the networks with the huge number of the connected devices. This task is achieved due to the realization the calibration of the radio channels [1].

The purpose of the paper is to analyze modern methods of the calibration of the radio channels and to propose an improved method for the calibration of the radio channels of the measuring systems, intended for the tactical training of the military servicemen.

The radio channel with the radio module RFM66W-868, produced by HOPERF, was researched. It's reference frequency is equal 867,850 MHz, the bandwidth is equal 60 kHz. The quartz resonator makes the main contribution to the instability of the reference frequency [2]. Taking into account the given in the technical instruction of the radio module value of the deviation of the reference frequency ± 20 ppm, the deviation in absolute values was calculated (it's value is equal 17,357 kHz).

The researches of the deviation of the reference frequency were carried out on the 20 devices with the radio module RFM66W-868. The different temperature ranges and bandwidth were considered. The minimum and maximum deviation of the reference frequency at the temperature range (-10…+40)°C with bandwidth 30 kHz is presented on the fig. 1.

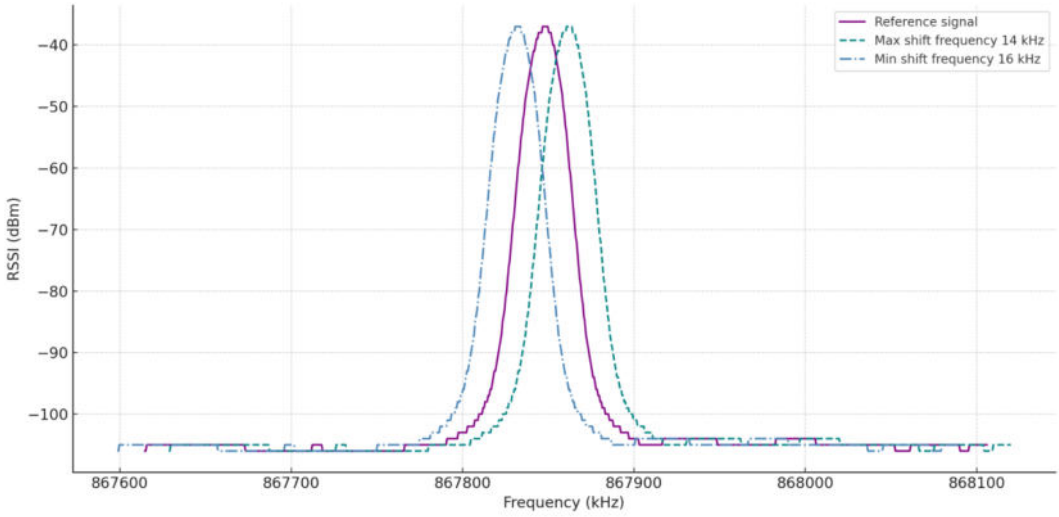


Fig. 1 Minimum and maximum deviation of the reference frequency

References:

1. DSTU EN ISO/IEC 17025:2019 National Standard of Ukraine. General requirements for the competence of testing and calibration laboratories.

2. Zhang, L., & Lee, Y. «Signal Calibration in IoT Networks». Journal of Wireless Communications, 2022. 14 p.

ОСОБЛИВОСТІ ГРАДУЮВАННЯ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ЄМНОСТЕЙ

Батова Д.О., Дроздова Т.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Для забезпечення точності лабораторних вимірювань важливо дотримуватись процедури градуювання вимірювальних ємностей. Процедура полягає в нанесенні шкали або створенні таблиці відповідності між рівнем рідини та її об'ємом. Точність вимірювання рідин має вирішальне значення для багатьох технологічних процесів, контролю якості, медичних досліджень тощо. У зв'язку з цим, розуміння особливостей градуювання є критично важливим для фахівців технічних галузей.

Градуювання мірних ємностей має здійснюватися відповідно до встановлених нормативних документів:

– ДСТУ ISO 1042:2005 Посуд лабораторний скляний. Колби мірні з однією позначкою (ISO 1042:1998, IDT);

– ДСТУ EN ISO 4788:2022 Лабораторний посуд. Градуйовані мірні циліндри (EN ISO 4788:2005, IDT; ISO 4788:2005, IDT);

– OIML R71:2008 Fixed storage tanks. General requirements.

Існує декілька основних способів градуювання, кожен із яких застосовується залежно від типу ємності (табл.1).

Таблиця 1 – Способи градуювання мірних ємностей

Тип ємності	Метод градуювання	Опис
Лабораторний посуд	**Гідростатичний (об'ємний) метод**	Фіксується рівень заповненості після кожного додавання в ємність відомих об'єм рідин. Спираючись на ці дані створюється таблиця відповідності між рівнем рідини та її об'ємом.
Промислові резервуари	Геометричний метод	Вимірювання всіх геометричних параметрів ємності, включаючи висоту, діаметр, форму днища та особливості конструкції. Виходячи з отриманих даних розраховується об'єм ємності, в залежності від рівня заповненості.
Промислові ємності	Автоматизоване градуювання	Із використанням сенсорів, ультразвукових або лазерних рівнемірів, що під'єднані до комп'ютерних систем
Великі промислові ємності	Табличне градуювання	Складають таблиці, де кожному рівню рідини відповідає певний об'єм. Це дозволяє проводити точні розрахунки без потреби нанесення шкали на стінку

Дотримання цих методів гарантує отримання надійних результатів, а відповідність мірних ємностей стандартам забезпечує точності експериментів як в лабораторній, так і в практичній діяльності.

МІКРОПРОЦЕСОРНИЙ БЛОК УПРАВЛІННЯ ДЛЯ ДВОХІМПУЛЬСНОГО РЕГУЛЯТОРА ШВИДКОСТІ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРА

Борисенко А.М., Кубрик Б.І., Лавріненко О.В., Литвиненко С.А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Блок призначений для формування імпульсу управління паливоподачею дизель-генератора при скиданні і накиданні навантаження.

Сигнал з вихідних обмоток трансформаторів струму поступає на вхід трифазного двохполуперіодного випрямляча і перетворюється їм в постійну напругу, величина якої пропорційна струму навантаження дизель-генератора (ДГ). З виходу випрямляча сигнал подається на вхід контролеру. В статичному режимі на виході контролера є постійна напруга, похідна якої дорівнює нулю. В результаті на виході блока управління напруга також дорівнює нулю.

При накиданні і скиданні навантаження вмикається комутатор накидання (скидання). Внаслідок цього запускається функціональний формувач накидання (скидання) і вмикається підсилювач каналу накидання (скидання), а блок вибірки-зберігання переводиться в режим зберігання напруги, яка пропорційна величині струму навантаження ДГ до моменту зміни останнього.

В результаті блок управління виробляє керуючий імпульс, тривалість якого пропорційна зміні навантаження. При накидах навантаження цей імпульс збільшує подачу палива, а при скиданнях навантаження – навпаки зменшує.

На рис.1 приведені залежності тривалості вихідного імпульсу блоку управління (τ_i) при зміні навантаження ДГ (ΔN) потужністю 2000 кВт і номінальній частоті обертання 1000 об/хв:

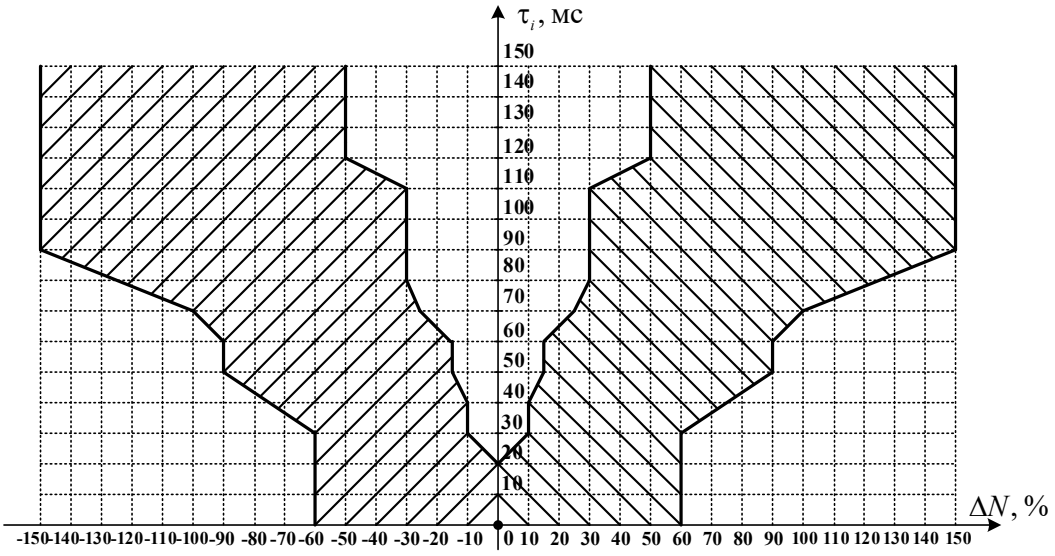


Рисунок 1 – Графік залежності τ_i від зміни навантаження ΔN

Розробка виконана в рамках договору № 137/45-2024 про науково-технічне співробітництво між кафедрою ТОЕ НТУ«ХПІ» та ПП «Прогрес+» м. Харків.

ЗАСТОСУВАННЯ МАШИННОГО НАВЧАННЯ У КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ СИСТЕМАХ КОНТРОЛЮ ВИРОБІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ

Вевенко В.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Класичні методи аналізу сигналів часто не забезпечують необхідної достовірності, особливо у складних виробничих умовах. Машинне навчання дозволяє автоматизувати обробку сигналів, виявляти приховані залежності та забезпечувати адаптивний контроль. У доповіді розглянуто підходи до інтеграції машинного навчання у комп'ютеризовані системи контролю на базі електромагнітних перетворювачів, а також наведено приклади реалізації з візуалізацією. Сигнали, отримані з електромагнітних перетворювачів, є чутливими до фізичних параметрів контрольованого об'єкта, але можуть містити значний рівень шумів, нелінійності та артефактів. Машинне навчання забезпечує: виділення інформативних ознак зі складних сигналів, побудову моделей для класифікації або регресії технічних параметрів, автоматичну адаптацію до зміни умов неруйнівного контролю. Для демонстрації було згенеровано сигнал, що імітує відповідь електромагнітного перетворювача при контрольованій зміні фізичного параметра (рис. 1). На рис. 2 додано шум для моделювання реальних умов.

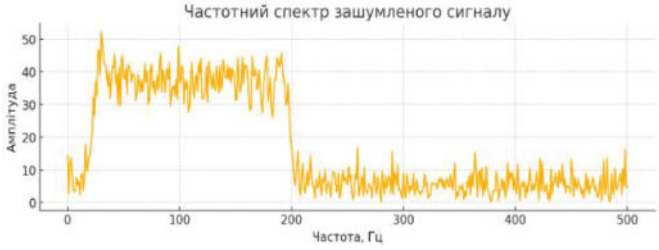


Рисунок1 – Чистий та зашумлений сигнал (Часова область демонструє, як виглядає сигнал до та після впливу шумів).

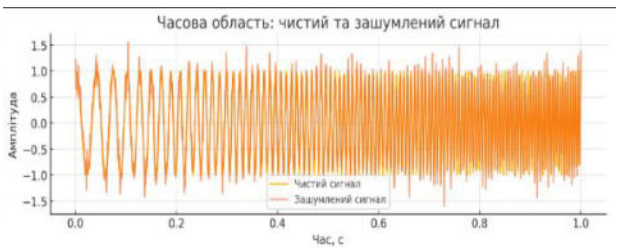


Рисунок 2 – Частотний спектр сигналу (Показує, які частотні компоненти переважають у зашумленому сигналі).

Для реалізації контролю та навчання моделей були використані програмні засоби а саме: Python – мова програмування; Matplotlib – графічна візуалізація; Інтеграція методів машинного навчання у комп'ютеризовані системи неруйнівного контролю дозволяє підвищити рівень достовірності, зменшити залежність від людського фактора та автоматизувати процес прийняття рішень. Практична реалізація продемонструвала ефективність обробки сигналів з електромагнітних перетворювачів і відкриває перспективи для побудови адаптивних та інтелектуальних систем контролю.

АВТОМАТИЗАЦІЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦІЇ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ТЕПЛОПОНАБЖЕННЯ

Гапон О.І., Мамонов В.К.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У більшості приміщень навчальних закладів система витяжної вентиляції з природним спонуканням розрахована на температуру зовнішнього повітря + 5 градусів Цельсія. Тобто за цієї температури на вулиці утворюється перепад тиску, який «витягує» з приміщення близько 3 $м^3$ повітря на годину на 1 $м^2$ площі приміщення. За чинних цін на тепло для комунальних об'єктів втрати становлять близько 12 грн на добу. Зрозуміло, що при зниженні температури ці втрати різко зростуть. Так, за зовнішньої температури мінус 5 ^{0}С втрати становитимуть близько 20 грн., а за мінус 10 – 24 грн. на добу. З урахуванням тривалості опалювального сезону і кількості аудиторій у навчальному корпусі (в ЕК НТУ «ХПІ» їх близько 300). Втрати в грошовому вираженні сягають кількох сотень тисяч гривень (Для ЕК – 675000 грн.). Тому пошук шляхів економії грошових та енергоресурсів є актуальним завданням.

Особливістю експлуатації навчальних приміщень є, з одного боку, заповнення аудиторій за жорстким розкладом, а з іншого – з великою тривалістю «простою», коли вентиляція не потрібна зовсім. Тому першим кроком є увімкнення та вимкнення вентиляції за розкладом в автоматичному режимі зі спільного для навчального корпусу комп'ютерного центру управління теплопостачанням [1].

Наступним кроком є встановлення в кожній аудиторії регульованої решітки з електроприводом на вентиляційний канал і монтаж локальної мікропроцесорної системи стабілізації повітряного потоку в каналі для запобігання підвищеній витраті повітря за низьких зовнішніх температур [2].

Система теплопостачання без встановлення локальних регуляторів температури в аудиторії, під час вимкнення вентиляції призведе до перегріву приміщення, а отже, до збільшення тепловтрат через скління, стіни та стелю. Тому система управління вентиляцією повинна входити в систему управління теплопостачанням будівлі, як складова частина. Необхідно також враховувати, що одночасно з вимкненням вентиляції, у низці випадків можна знизити встановлену температуру в приміщенні. Мінімальна встановлена температура обмежується точкою роси, яка також пов'язана з інтенсивністю вентиляції.

Література:

1. Євсеєнко О.М., Гапон А.І. Розробка автоматизованої системи керування мікрокліматом овочесховища. *Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я:* зб. тез доп. XXVIII Міжнар. наук.- практ. конф. том 2. Харків: НТУ «ХПІ», 2020. С. 13.

ВИКОРИСТАННЯ ВИХОРОСТРУМОВОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА У ДОСЛІДЖЕННІ ЗВАРНОГО З'ЄДНАННЯ

Горкунов Б.М., Бульдяк Я.А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У процесі зварювання в металі зварювального шва і навколо шовної зони відбуваються суттєві зміни магнітних властивостей, що може негативно впливати на якість з'єднання. Тому виникає необхідність у розробці ефективних методів неруйнівного контролю, здатних чутливо реагувати на такі зміни. Доцільним підходом є застосування вихорострумових перетворювачів, зокрема в умовах впливу однорідного магнітного поля.

Дана робота спрямована на експериментальне підтвердження здатності вихорострумового методу ідентифікувати особливості структури зварного з'єднання, враховуючи вплив геометрії, магнітної проникності та питомої електропровідності матеріалу, що дозволяє підвищити достовірність контролю.

У цьому дослідженні проаналізовано параметри вихідного сигналу вихорострумового перетворювача при різних методах зварювання. Попередньо була побудована розрахункова модель трансформаторного вихорострумового перетворювача, яка дозволила передбачити характер сигналів при взаємодії зварного з'єднання з електромагнітним полем.

Установку, що реалізує амплітудний метод вихорострумового контролю, побудовано на основі котушок Гельмгольца. Вона включає вимірювальні котушки, джерело сигналу, частотомір і вольтметри. Контроль здійснюється на частотах 1 кГц, 10 кГц та 50 кГц, що дозволяє визначити оптимальні умови роботи вихорострумового перетворювача для виявлення дефектів.

Як об'єкти дослідження було використано трубчасті феромагнітні зразки діаметром 24 та 32 мм зі сталей Ст.2ПС та Ст.3ПС. Для перевірки достовірності результатів застосовано фізичні моделі з короткозамкненими витками, що імітують зварні шви. Також виготовлено багатошарові зразки з для моделювання неоднорідної структури.

Додаткові дослідження магнітних властивостей поверхні зварного з'єднання за допомогою метода вольтметра-амперметра, показали істотну відмінність відносної магнітної проникності у порівнянні з основним металом.

Експериментально встановлено, що вихідний сигнал ВСП чутливо реагує на зміну геометрії зварного шва та відносної магнітної проникності.

Модель трансформаторного вихорострумового перетворювача дозволяє отримати задовільне узгодження з реальними результатами за умови врахування магнітних властивостей матеріалів. Отримані результати доцільно враховувати при побудові систем контролю якості зварних з'єднань.

СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ НА ЕТАПІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ВЕРШКОВОГО МАСЛА

Григоренко І.В., Шибанов А.А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Для забезпечення високої якості вершкового масла необхідно провотити постійний маніторинг основних параметрів технологічного процесу. Одним з таких етапів є етап «пастеризаця вершків». У результаті проведення натурних вимірювань отримані п'ять серій результатів вимірювань з багаторазовими спостереженнями за зміною температури (95,0 ± 0,5) ^{0}C. У загальному випадку такі результати вимірювань можуть містити систематичні й випадкову складові похибки. Для перевірки рівноточності результатів серій спостережень використано Критерій М. Бартлетта, справедливий для числа серій $M \geq 3$ і кількості вимірювань $n_i \geq 4$ (у данному випадку кожна серія мястила 35 вимірювань). Критерій ґрунтується на обчисленні χ^2-розподілу

$$\chi^2 = \frac{2{,}303}{c} \sum_{i=1}^{M} (n_i - 1) \cdot lg \frac{\hat{\sigma}^2_{\Sigma i}}{\hat{\sigma}^2_{в}}. \qquad (1)$$

Якщо в усіх серіях число спостережень $n_i \geq 30$, то можна вважати c = 1. Критерій Бартлетта визначається нерівністю

$$\chi^2 \leq \chi^2_{\alpha}, \qquad (2)$$

де χ^2_{α} – χ^2 – розподіл для рівня значущості α, його знаходять за табл. Критерія Бартлетта.

Обчислено незміщені оцінки внутрішньогрупових дисперсій $\hat{\sigma}^2_1$,…, $\hat{\sigma}^2_M$ за формулою

$$\hat{\sigma}^2_i = \frac{1}{n_i - 1} \sum_{q=1}^{n_i} (t_{iq} - \bar{t}_i)^2, \qquad (3)$$

$\hat{\sigma}_1 = 0{,}1592$ (^{0}C)^2; $\hat{\sigma}_2 = 0{,}2036$ (^{0}C)^2; $\hat{\sigma}_3 = 0{,}1237$ (^{0}C)^2; $\hat{\sigma}_4 = 0{,}092$ (^{0}C)^2; $\hat{\sigma}_5 = 0{,}1757$ (^{0}C)^2. Знайдено середнє значення цих оцінок за формулою

$$\hat{\sigma}^2_{\Sigma i} = \frac{\hat{\sigma}^2_1 + \hat{\sigma}^2_2 + \hat{\sigma}^2_3 + \hat{\sigma}^2_4 + \hat{\sigma}^2_5}{M} = 0{,}1508\,(^0\text{C})^2.$$

Визначено середнє арифметичне значення незміщених оцінок внутрішньогрупових дисперсій результатів спостережень $\hat{\sigma}^2_{в} = 0{,}0237$ (^{0}C)^2.

Обчислено значення χ^2 за формулою (1) $\chi^2 = 7{,}36$.

Задаючи рівень значущості α= 0,05, знайдено по довідковим таблицям значення $\chi^2_{\alpha} = 9{,}488$. Перевіряючи виконання нерівності (2), отримано $7{,}36 \leq 9{,}488$. Отже відмінності між дисперсіями результатів вимірювань вважаються припустимими і далі може розв'язуватись задача об'єднання результатів однорідних рівноточних серій спостережень.

МІКРОПРОЦЕСОРНА СИСТЕМА ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА ПЛОМБІРУ

Григоренко І.В., Шибанов А.А., Григоренко С.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Основним напрямком розвитку автоматизованого виробництва, є впровадження автоматичного керування технологічними процесами завдяки використанню інформаційно-вимірювальних систем (ІВС). Прикладом такої системи є ІВС для технологічного процесу виробництва пломбіру (Рис. 1).

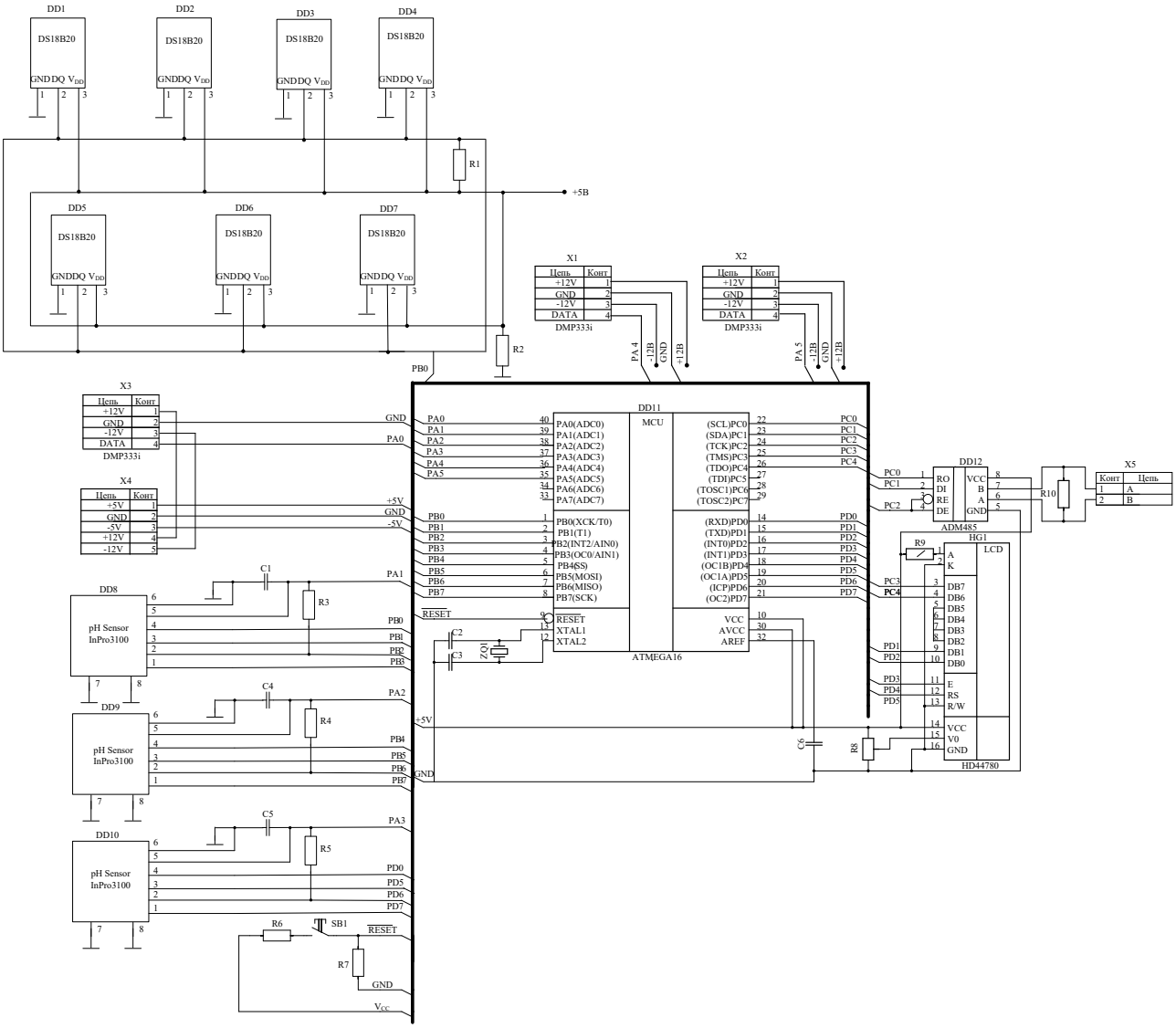


Рисунок 1 – ІВС для технологічного процесу виробництва пломбіру

Сенсори температури представлені мікросхемами DD1 – DD7, сенсори рівню pH – DD8 – DD10. Сенсори виміру рівнів тиску (DMP333i) підключені до роз'єднань X1, X2, X3. У якості мікроконтролера обрано ATmega16 (DD11). Цифровий відліковий пристрій представлений мікросхемою HD44780 (HG1). Послідовний інтерфейс RS485 (DD12) для програмування DD11 і передачі доних до ЕОМ.

ЗАДАЧА ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ В СУШИЛЬНИХ КАМЕРАХ ПЕРІОДИЧНОЇ ДІЇ

Денисенко М.А., Гапон А.І.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сушильні камери є ключовим елементом у деревообробній промисловості, де вони використовуються для якісного висушування пиломатеріалів перед їхньою подальшою обробкою. Процес сушіння деревини є складним і потребує точного контролю параметрів, таких як температура, вологість повітря та швидкість циркуляції [1].

Основна мета оптимального управління – досягти цільового рівня вологості деревини, зазвичай це складає 9 – 10 % для більшості промислових застосувань за мінімальний час, уникаючи дефектів, таких як тріщини або деформації чи нерівномірне сушіння.

В докладі використовуються сушильні камери саме періодичної дії, які використовують циклічний метод сушіння, мають свої переваги та можливості для оптимізації, бо процес від завантаження до вивантаження виконується за один цикл.

Задача оптимального управління в таких камерах зводиться до балансування між швидкістю сушіння, енерговитратами та запобіганням дефектам.

Для опису процесу сушіння використовуються системи лінійних диференціальних рівнянь 5-го порядку [2]. Для аналізу було створено математичну модель, яка враховує всі основні параметри процесу сушіння.

Проведене моделювання в системі Scilab, яке забезпечує точне регулювання температури та вологості, що знижує ризик дефектів і оптимізує енерговитрати.

Перспективи подальшого розвитку цього напрямку включають інтеграцію управління з Інтернетом речей (IoT) для віддаленого моніторингу та керування, а також використання штучного інтелекту для адаптивного налаштування режимів сушіння в реальному часі.

Література:

1. Lee, K., «Optimal Control in Periodic Systems», International Journal of Control, 2022.

2. Денисенко М.А., Зуєв А.О., Лунін Д.О. Алгоритми управління сушильною камерою // Актуальні проблеми науки, освіти і технологій: теорія і практика: збірник тез доповідей міжнародної науково-практичної конференції (Полтава, 8 лютого 2022 р.): у 2 ч. Полтава: ЦФЕНД, 2022. Ч. 2. 57 с.

НОРМАТИВНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ЛЕЗОВОЇ ОБРОБКИ ОТВОРІВ

Дроздова Т.В., Доброскок О.С., Коровченко В.Ю., Тополов І.І.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасному машинобудуванні, авіаційній та автомобільній промисловості якість лезової обробки отворів має вирішальне значення. Від точності оброблених отворів залежить надійність з'єднань, працездатність механізмів і безпека експлуатації продукції. Щоб забезпечити відповідність обробки вимогам технологічного процесу, необхідно застосовувати стандартизовані методи контролю якості, закріплені у нормативній документації. Тому питання нормативного забезпечення є актуальним і важливим для забезпечення стабільної якості таких виробів.

Нормативне забезпечення контролю якості лезової обробки отворів в Україні базується на системі національних стандартів (ДСТУ), гармонізованих з міжнародними нормами ISO та EN, які умовно можна представити у вигляді ієрархічної структури, що включає в себе міжнародний, національний та галузевий рівні (рис. 1).



Рисунок 1 - Нормативне забезпечення контролю якості лезової обробки отворів

Нормативне забезпечення контролю якості лезової обробки отворів є комплексною системою, яка охоплює геометричні, метрологічні та дефектоскопічні вимоги. Дотримання національних стандартів (ДСТУ), гармонізованих з ISO та EN, забезпечує високу якість продукції, її відповідність міжнародним нормам. Регулярне оновлення нормативної бази та її впровадження на виробництві є запорукою технологічного прогресу та безпеки експлуатації готової продукції.

МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ ЗА ДОПОМОГОЮ РЕКУРЕНТНОЇ МЕРЕЖІ ЕЛМАНА

Дудник О.В., Євсіна Н.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Останнім часом велика увага приділяється використанню штучних нейронних мереж (ШНМ) і фаззи-логіки для ідентифікації та управління нелінійними об'єктами [1, 2], що пояснюється можливістю регуляторів у вигляді ШНМ успішно працювати в умовах нелінійності та параметричної невизначеності об'єкта. Крім того, моделі у вигляді ІНС мають властивість апроксимувати будь-яку функцію, а розроблення швидких алгоритмів навчання дало змогу синтезувати регулятори у вигляді ІНС у режимі реального часу. Також значну ефективність під час розв'язання задач ідентифікації забезпечує застосування методів штучного інтелекту, евристичних алгоритмів, нейронних мереж, нечітких множин, імітаційного моделювання.

Здатність нейронних мереж до навчання робить перспективним їхнє застосування під час розв'язання задачі ідентифікації параметрів об'єкта в реальному масштабі часу у процесі керування. Особливий інтерес у цьому питанні становлять рекурентні мережі Елмана, вагові коефіцієнти яких мають математичний зв'язок із параметрами об'єкта, представленого в просторі станів. Приховані нейрони на своїх виходах формують поточний стан мережі. Ці виходи замикаються на вхідний шар через елементи затримки. Рекурентна нейронна мережа має затримки сигналів на такт, а її робота описується різницевими рівняннями.

Для об'єкта управління, що розглядається в цій роботі – лінійного тиристорного електроприводу постійного струму – можна сказати, що структура і математична модель його відомі. Невідомі параметри об'єкта, які змінюються в процесі роботи. Ці параметри визначаються за ваговими коефіцієнтами ІНС, які, своєю чергою, визначаються в результаті навчання мережі за параметрами режиму роботи об'єкта.

Розрахунок коефіцієнтів моделі для електроприводу виконували за параметрами двигуна МП 7000-115У4, застосовуваного на великому реверсивному прокатному стані. Імітаційну модель було виконано в SIMULINK. Чисельні результати моделювання показують, що відхилення за частотою обертання не перевищують 0,07 %, за струмом 0,09 %.

Література:

1. Levy Omer, Yoav Goldberg, Ido Dagan. Improving distributional similarity with lessons learned from word embeddings. Transactions of the Association for Computational Linguistics 3. – 2015. – P. 211–225.

2. Visin F., Ciccone M., Romero A., Kastner K., Cho K., Bengio Y., Matteucci M., Courville A. ReSeg: A Recurrent Neural Network-based Model for Semantic Segmentation // In CVPR Deep Vision Workshop, 2016. DOI: https://doi.org/10.48550/arXiv.1511.07053

ВИКОРИСТАННЯ MATHCAD ДЛЯ АНАЛІЗУ ТОЧНОСТІ ВИМІРЮВАНЬ У НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ

Зайцева Л.В.[1], Шевченко Т.О.[2]

[1]***Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків***

[2]***Національний аерокосмічний університет «Харківський авіаційний інститут» м. Харків***

Точність вимірювань є ключовим фактором достовірності результатів наукових досліджень. У зв'язку з цим актуальним є використання сучасних інструментів комп'ютерного моделювання, зокрема Mathcad, для аналізу похибок та оцінювання невизначеностей.

Метою роботи є демонстрація можливостей Mathcad для аналізу точності та обробки результатів вимірювань у наукових експериментах.

У роботі розглянуто підхід до оцінювання точності вимірювань за допомогою вбудованих математичних та графічних засобів Mathcad. За основу взято модель непрямого вимірювання фізичної величини (наприклад, довжини або температури), де обчислюються середнє арифметичне, середньоквадратичне відхилення, абсолютна та відносна похибка. Для цього використовуються стандартні функції mean() та sdev(), а також математичні вирази для похибок, які Mathcad дозволяє оформлювати у звичному інженерному вигляді. Розглянуто приклад вимірювання зразка довжини: побудовано графік варіації результатів, визначено 95% довірчий інтервал.

$$вимірювання := \begin{pmatrix} 10.3 \\ 10.28 \\ 10.24 \\ 10.25 \\ 10.15 \\ 10.31 \\ 10.19 \\ 10.22 \end{pmatrix}$$

кількість_вимірювання := длина(вимірювання)

кількість_вимірювання = 8

середнє := mean(вимірювання)

середнє = 10.242

стандартне_відхилення := stdev(вимірювання)

стандартне_відхилення = 0.051

абсолютна_похибка_95 := 2·стандартне_відхилення

абсолютна_похибка_95 = 0.103

відносна_похибка := (абсолютна_похибка_95 ÷ середнє)·100

відносна_похибка = 1.004

i := 1.. длина(вимірювання)

Рисунок 1 – Розрахунок результату непрямого вимірювання та комбінованої стандартної невизначеності у середовищі Mathcad

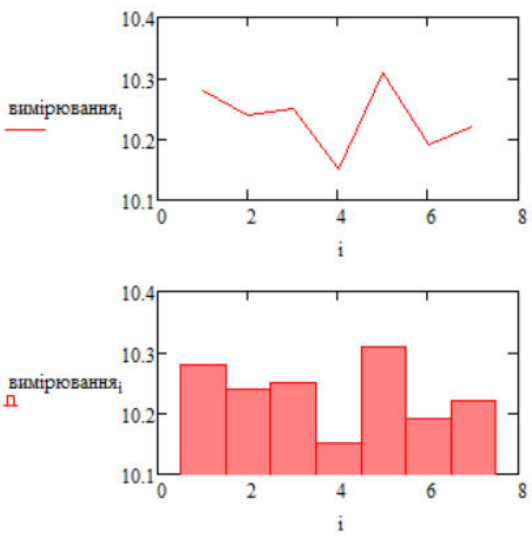


Рисунок 2 – Графічна інтерпретація результатів вимірювання: варіація значень та довірчий інтервал

Застосування Mathcad дозволяє зменшити трудомісткість розрахунків, зменшити ймовірність помилок при обробці експериментальних данних та підвищити якість метрологічного забезпечення наукових досліджень.

МІКРОПРОЦЕСОРНИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОГО КЕРУВАННЯ МОБІЛЬНОЮ КІБЕРФІЗИЧНОЮ СИСТЕМОЮ

Зуєв А.О., Караман Д.Г., Ольшевський А.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Завдяки автономним робототехнічним технологіям моніторинг промислових об'єктів все частіше здійснюється кіберфізичними системами (КФС) які обладнано різними сенсорами, проте деякі ситуації все ще вимагають втручання людини-оператора [1]. Це може бути як операційний робот, який працює на лініях ЛЕП, або робот сапер, що нейтралізує вибуховий пристрій, чи робот який зварює промислові конструкції.

Можна виділити розповсюджені протоколи керування КФС: дротовий, бездротовий або через Інтернет за допомогою засобів IoT.

Слід відмітити спеціалізований протокол S.BUS, який є важливим спеціалізованим протоколом керування для кіберфізичних систем і набуває все більшого розповсюдження. Цей протокол підтримує 16 каналів керування в одному пакеті. Використання єдиного сигнального проводу який підключається до контакту RX в UART мікроконтролеру з інвертованим сигналом, значно спрощує підключення до системи порівняно з традиційними багатопровідними рішеннями. Багато сучасних мікроконтролерів, зокрема STM32 F3/F7 та ESP32, мають вбудовані інвертори на UART, тому підключення не вимагає додаткового обладнання. Довжина пакету S.BUS - 25 байт, в якому на кожен канал виділяється 11 біт. Типова затримка сигналів становить ~10-20 мс.

Розроблена мікропроцесорна система зчитує значення каналів керування (швидкість, зміщення, обертання та налаштування), після чого керуюча процедура перетворює їх на специфічні команди для окремих двигунів. Ці команди направляються до відповідних модулів керування двигунами для виконання. Система має вбудований захисний механізм: у випадку відсутності пакетів даних протягом визначеного часового інтервалу, вона автоматично зупиняє роботу всіх двигунів, що забезпечує безпеку функціонування.

Експериментальні випробування, проведені на наземному роботі, підтвердили значні переваги паралельної архітектури керування. Впровадження алгоритму керування з використанням черг повідомлень ОС FreeRTOS дозволило скоротити часові затримки в системі керування у 1.7-2.8 рази у порівнянні з традиційною послідовною реалізацією. Це свідчить про ефективність застосування багатозадачного підходу для оптимізації роботи вбудованих систем керування роботизованими платформами.

Література:

1. Liming CHEN, Xuzhu DONG, Ying SUN. Real-time Image Transmission and Operation Control for Power Transmission Line Patrol Using Unmanned Aerial Vehicle. 25th International Conference on Electricity Distribution. Madrid, 3-6 June 2019. Paper #488. http://dx.doi.org/10.34890/79.

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕОРЕТИКО-ЧИСЛОВИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ У ЗАВДАННЯХ ПОСТКВАНТОВОЇ КРИПТОГРАФІЇ

Івашко А.В., Лунін Д.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В останні роки значно зріс інтерес до алгоритмів прискореного перемноження поліномів над кінцевими полями. Пошук таких алгоритмів є особливо актуальним у зв'язку з використанням постквантової криптографії (PQC) – сукупності криптографічних алгоритмів, що забезпечують безпеку при використанні противником квантових комп'ютерівn [1]. Однією з трудомісткої операції у цих алгоритмах є множення в кільцях поліномів, що вимагає $O(n^2)$ операцій.

Теоретико-числове перетворення (ТЧП) дозволяє прискорити множення поліномів, спрощуючи реалізацію алгоритмів постквантової криптографії на основі грат (*lattice-based cryptography*). В даний час стандартизовані алгоритми PQC FIPS 203 (*Crystals-Kyber*), FIPS 204 (*Crystals-Dilithium*) та FIPS 206 (*Falcon*) використовують ТЧП для виконання множення поліномів.

ТЧП послідовності x_i, $i = 0 \ldots N-1$ визначається як:

$$X_k = \sum_{i=0}^{N-1} x_i \cdot g^{ik} (\mathrm{mod}\, p), \quad (1)$$

де модуль p і довжина послідовності N не мають спільних співмножників, а g вибирається так, щоб виконувалася умова:

$$g^N = 1 (\mathrm{mod}\ p). \quad (2)$$

Алгоритм прискореного множення поліномів зводиться до обчислення ТЧП від двох поліномів, поточкового множення коефіцієнтів та зворотного ТЧП. Застосування швидких методів, аналогічних алгоритмам швидкого перетворення Фур'є дозволяє знизити обчислювальну складність до $O(n \cdot \log_2 n)$.

При розробці алгоритмів швидкого множення поліномів виявляється важливим вибір простого модуля, що забезпечує, з одного боку, простоту обчислень у кільцях поліномів, з іншого – наявність швидких алгоритмів. Було здійснено пошук простих модулів чисел виду $(2^a \pm 1) \cdot 2^b - 1$, що допускають нескладну реалізацію ТЧП та виконано оцінку складності апаратної реалізації ТЧП.

Література:

1. A. Satriawan, I. Syafalni, R. Mareta, I. Anshori, W. Shalannanda and A. Barra. Conceptual Review on Number Theoretic Transform and Comprehensive Review on Its Implementations, in IEEE Access, vol. 11, pp. 70288-70316, 2023, doi: 10.1109/ACCESS.2023.3294446.

КРИПТОГРАФІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЦІЛІСНОСТІ ПОВІДОМЛЕНЬ В КІБЕРФІЗИЧНИХ СИСТЕМАХ

Караман Д.Г., Комаров Г.А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сучасний розвиток кіберфізичних систем (КФС) демонструє стрімке зростання інтеграції фізичних процесів та цифрових обчислень у єдині розподілені системи [1]. Такі системи дедалі частіше використовуються в критичних галузях: промисловій автоматизації, енергетиці, транспорті, охоронних системах, медичних пристроях. Враховуючи високі вимоги до безпеки та стабільності функціонування, однією з ключових проблем КФС стає забезпечення цілісності переданих даних.

Цілісність повідомлень у КФС безпосередньо впливає на достовірність рішень, які приймаються системою в реальному часі. Збій або навмисна модифікація даних через атаку може призвести до фізичних наслідків – аварій, відмов обладнання, загрози життю людей. Це робить питання забезпечення цілісності не лише технічним, а й стратегічним завданням для розробників та операторів КФС.

Традиційні методи захисту, засновані лише на перевірці коректності даних на прикладному рівні, не забезпечують належного рівня стійкості до атак на цілісність [2]. Тому доцільним є використання криптографічних механізмів, зокрема: кодів аутентифікації повідомлень (MAC), криптографічних хеш-функцій (SHA-3, BLAKE2), цифрових підписів та захищених протоколів передачі даних. Їх використання дозволяє захистити як прості IoT-пристрої, так і складні мікроконтролерні комплекси від атак на цілісність.

Розроблено програмний модуль для перевірки цілісності повідомлень в КФС. Він призначений для інтеграції у мережеву взаємодію мікроконтролерів, IoT-пристроїв та серверів. Модуль повинен враховувати обмеження ресурсів, забезпечувати захист від типових атак на цілісність – зокрема від підміни повідомлень, модифікації трафіку та атак типу *man-in-the-middle*.

Проаналізовано сучасні криптографічні методи забезпечення цілісності: MAC-коди, SHA-3, BLAKE2, цифрові підписи (ECDSA, Ed25519) та протоколи TLS, DTLS, MQTT з автентифікацією. Систематизовано основні загрози та атаки, що порушують цілісність даних у КФС, обґрунтовано вибір оптимального методу для програмної реалізації. Розроблено структуру програмного модуля забезпечення цілісності для мікроконтролерів, IoT-пристроїв та серверів.

Література:

1. Karaman D. G., Dzevochko O. M., Olshevskii O. M. Automated monitoring of high-speed processes in cyber-physical systems. Автоматизація, електроніка, інформаційно-вимірювальні технології: освіта, наука, практика: матеріали IV Міжнарод. наук.-техн. конфер., (28-29 листопада 2024 р.) Харків: НТУ «ХПІ». 2024. 305 с. (с.17-18) ISBN 978-617-05-0519-4

2. Zuev A., Karaman D., Olshevskiy A. «Wireless sensor synchronization method for monitoring short-term events.» Advanced Information Systems, Vol. 7(4). 2023. pp. 33–40.

СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ РОЗРІДЖЕННЯ В ТОПЦІ КОТЛА

Качанов П.О., Тарасенко М.В.,
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Оптимальне розрідження в топці відіграє ключову роль у забезпеченні ефективності згоряння. Слабке – може призвести до неповного згоряння палива, а надмірне – до підсмоктування повітря, збільшення теплових втрат та зниження температури в топці. Крім того, підвищене розрідження сприяє нестабільності факела, що негативно впливає на процес горіння.

Регулювання розрідження в топці котла є важливим завданням, що потребує врахування динамічних характеристик системи, зовнішніх впливів та технічних параметрів використовуваних димососів і дуттьових вентиляторів. Таке регулювання зазвичай здійснюють за допомогою зміни кількості газів, що відсмоктуються димососами. В якості виконавчого механізму найчастіше застосовують напрямні апарати. Топка котла, як об'єкт регулювання розрідження може бути представлена у вигляді інерційної ланки першого порядку з запізненням [1]. До зовнішніх збурюючих впливів відносять зміну витрати повітря в залежності від теплового навантаження агрегату, до внутрішніх – порушення газоповітряного режиму, пов'язані з роботою систем пилоприготування та операціями з видалення шлаку. Робота регулятора повітря призводить до тимчасового порушення матеріального балансу між повітрям та газами. Для попередження цього та збільшення швидкодії регулятора розрідження вводять на його вхід дію від регулятора повітря через пристрій динамічного зв'язку. Структурна схема розробленої системи автоматичного регулювання розрідження в топці котла приведена на рис. 1.

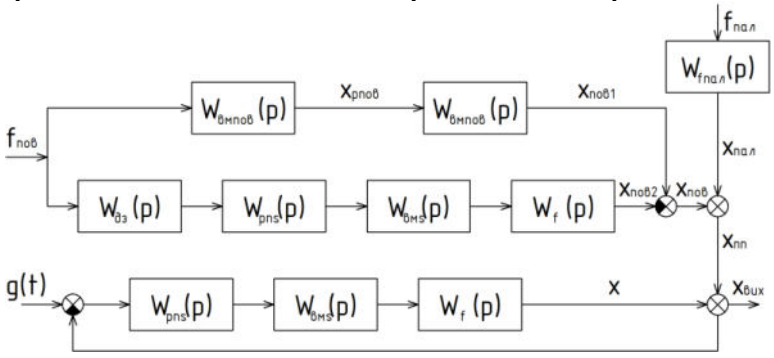


Рис. 1 Структурна схема САР розрідження в топці

Отримана САР з показником перерегулювання у 15 % та часом регулювання 5 секунд. Одержані результати задовольняють вимогам до САР розрідження в топці котла та забезпечують необхідну швидкодію перехідного процесу та точність регулювання.

Література:

1. П. О. Качанов, М. В. Тарасенко. Система автоматичного регулювання рівня води в барабані котла енергоустановки. Системи управління, навігації та зв'язку. 2024. № 3. С 41-45. doi: 10.26906/SUNZ.2024.3.041.

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИМІРЮВАННЯ ВИКИДІВ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ

Кизима К.В., Дроздова Т.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Парникові гази (ПГ) є ключовим чинником зміни клімату, тому їхнє вимірювання та контроль мають важливе значення для розробки національної та міжнародної екологічної політики. Точний моніторинг викидів ПГ дозволяє не тільки визначати обсяги антропогенного навантаження на атмосферу, але й формувати ефективні механізми обмеження викидів та адаптації промислових процесів до вимог сталого розвитку.

У сучасній практиці використовують кілька основних методів вимірювання викидів парникових газів, які можуть бути представлені у вигляді табл. 1.

Таблиця 1 – Класифікація методів вимірювання викидів парникових газів

Категорія	Метод	Опис	Переваги	Недоліки
Прямі	**Інструментальні методи (газоаналізатори)**	– інфрачервона спектроскопія; – лазерна спектроскопія; – мас-спектрометрія	Висока точність	Висока вартість і потреба у технічному обслуговуванні
	Моніторинг викидів з допомогою БПЛА	Дрони з сенсорами використовуються для моніторингу викидів на звалищах, шахтах, фермах	Мобільність, гнучкість	Обмежена тривалість польоту
	Супутниковий моніторинг	Сучасні супутники (NASA OCO-2, ESA Sentinel-5P) здатні вимірювати концентрації CO_2 і CH_4 з орбіти	Глобальне охоплення	Нижча роздільна здатність
Непрямі	Метод емісійних факторів (IPCC Guidelines)	Розрахунок викидів проводиться за формулою: Викиди = Активність × Емісійний фактор	Простота, економічність	Залежність від якості статистики
	Баланси маси	Метод передбачає оцінку різниці між кількістю речовини, що входить у систему, і тією, що виходить	Застосовність у промисловості	Необхідність повного обліку потоків
	Моделювання та дистанційне зондування атмосфери	Використання кліматичних моделей для оцінки потоків ПГ. Приклад – моделі HYSPLIT, FLEXPART	Можливість ретроспективного аналізу	Необхідність складної обробки даних

Методи вимірювання викидів ПГ є фундаментальною складовою екологічного управління на промислових підприємствах. Їх застосування дозволяє об'єктивно оцінювати ступінь впливу людської діяльності на кліматичну систему, знижувати екологічні ризики та забезпечувати відповідність міжнародним стандартам та кліматичним зобов'язанням України.

SCADA-СИСТЕМА ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО РОЗЛИВАННЯ ТА ЗМІШУВАННЯ НАПОЇВ

Конкін В.В., Зуєв А.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Розглянуто SCADA-систему, що забезпечує автоматизоване керування процесом приготування та розливання напоїв (рис.1) за допомогою інтегрованої апаратної платформи на базі ESP32. Така система імітує роботу бармена й дозволяє віддалено контролювати процеси дозування, змішування та температурного контролю напоїв через зручний користувацький інтерфейс.

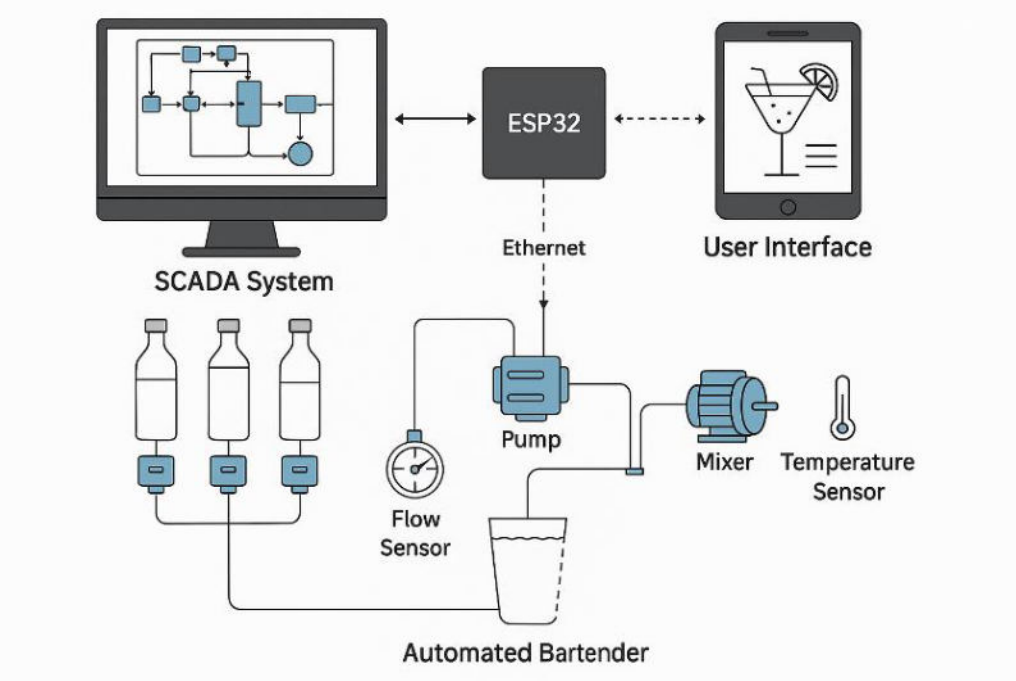


Рисунок 1 – Схема SCADA-системи для автоматизованого приготування напоїв

SCADA-система здійснює моніторинг і керування технологічним процесом за допомогою візуалізації даних та збирання інформації з датчиків. Основними компонентами автоматизованого комплексу є: електронні дозатори насос, датчик витрати міксер та температурний сенсор. Команди з SCADA надходять до контролера ESP32, який, у свою чергу, керує виконавчими механізмами через Ethernet-з'єднання.

Особливістю системи є наявність інтерактивного графічного інтерфейсу для користувача, що дозволяє вибрати бажаний напій, переглянути його склад та надіслати запит на приготування. Система автоматично дозує необхідні інгредієнти, контролює температуру змішування та відображає поточні параметри на SCADA-станції.

АВТОГЕНЕРАТОРНИЙ РЕЖИМ РОБОТИ ОДНОСТРИЖНЕВОГО ФЕРОЗОНДУ

Корнєв І.К., Хомяк Ю.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Розробка простих і чутливих засобів індикації магнітного поля є актуальною задачею як для технічних застосувань, так і для наукових досліджень. Сучасні сенсори часто вимагають складної електроніки або калібрування, тоді як прості елементи, що можуть надійно відображати зміну магнітного середовища, залишаються затребуваними. У цьому контексті запропоновано використання одностріжневого ферозонду [1] як найпростішого чутливого елементу для перетворення змін магнітного поля у частотний сигнал.

Ферозонд є чутливим елементом для неруйнівного контролю, який реагує на зміну магнітних властивостей середовища. У даному дослідженні розглядається одностріжневий ферозонд, який реалізовано у вигляді котушки індуктивності з сердечником із пермалою. Використання цього матеріалу зумовлює високу чутливість до змін зовнішнього магнітного поля, оскільки магнітна проникність пермалоя змінюється під його дією, що веде до зміни індуктивності.

При включенні такого ферозонду в LC-контур автогенератора змінна індуктивність безпосередньо впливає на частоту коливань. Тому частота генерації може бути використана як інформативний параметр для аналізу стану контрольованого об'єкта. Зміни у положенні ферозонду відносно об'єкта, наявність дефектів або неоднорідностей викликають вимірювані зміни частоти.

Перевагами одностріжневої конструкції ферозонду є простота виготовлення, вузька зона чутливості, а також можливість локалізації впливу контрольованої ділянки. Експериментальні вимірювання продемонстрували стабільну зміну частоти генерації при наближенні феромагнітного об'єкта до робочої частини зонда, що підтверджує його високу чутливість до змін магнітного середовища.

На відміну від складних вимірювальних схем, запропонований підхід дозволяє реалізувати недорогий, стабільний та відтворюваний індикатор магнітного поля. Ферозонд придатний як для задач технічного контролю (виявлення тріщин, дефектів, металевих включень), так і для створення сенсорів руху, позиції або навіть біомедичних застосувань, де важлива чутливість до малих змін магнітного фону.

У подальших дослідженнях планується вивчити температурну стабільність елемента, вплив частотного діапазону, а також можливості інтеграції з цифровими мікроконтролерами для створення готових інтелектуальних сенсорних модулів.

Література:

1. Крикун В. Р., Хомяк Ю. В., Корнєв І. К. Фазоімпульсний ферозонд для вимірювання магнітного поля. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ». 2024. № 3 (21). С. 32-38.

АНАЛІЗ ЕКГ СИГНАЛІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ЗГОРТАЛЬНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Крилова В.А., Івашко А.В., Петренко О.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Серцево-судинні захворювання є основною причиною смертності у всьому світі, що потребує покращення методів діагностики та моніторингу стану пацієнтів. Ефективний та своєчасний аналіз ЕКГ може рятувати життя, забезпечуючи раннє виявлення потенційно небезпечних станів. Недоліки традиційних методів аналізу ЕКГ: Традиційний ручний аналіз ЕКГ вимагає високої кваліфікації спеціаліста і займає значний час, що може бути критичним в умовах обмежених ресурсів та в ситуаціях, які потребують негайного втручання. Розвиток технологій штучного інтелекту (ІІ) та машинного навчання відкриває нові можливості для автоматизації аналізу ЕКГ. Нейронні мережі завдяки своїй здатності обробляти великі обсяги даних і виявляти складні закономірності можуть істотно підвищити точність і швидкість діагностики. Незважаючи на значний прогрес, існує потреба у подальшому покращенні алгоритмів для аналізу ЕКГ, у тому числі для підвищення точності, зменшення кількості помилкових спрацьовувань та адаптації до різноманітних клінічних умов. Одним з перспективних напрямів аналізу ЕКГ є використання ансамблевих методів та гібридних моделей, що комбінують різні типи нейронних мереж для покращення результатів. Для обробки ЕКГ-сигналів з довгими тимчасовими залежностями найбільш оптимальним рішенням буде використання двухетапного моделювання з **Convolutional Network** (CNN) та **Temporal Convolutional Network** (TCN), оскільки ці мережі поєднують високу швидкість роботи, стійкість до зникаючих градієнтів і хорошу інтерпретованість. Після нормалізації та етапу детектування R-піків модуль згортки реалізує обчислення згортки одновимірного сигналу з фільтром, що дозволяє виділити характерні патерни даних. Цей метод використовується в згорткових нейронних мережах (CNN) для виділення локальних ознак, наприклад, різких змін або періодичності в ЕКГ. Згортка дозволяє виділити локальні характеристики сигналу такі як різкі переходи та текстурні особливості, забезпечуючи стійкість до шумів (наприклад, зубці R на ЕКГ) та виділення важливих ознак для подальшої обробки нейромережевими модулями. Поєднання CNN і TCN дозволяє ефективно отримувати як просторові, так і тимчасові ознаки даних. Блок пошуку відхилень може бути виявлення аномалій, що особливо важливо під час пошуку рідких патологій чи незначних відхилень у сигналі. Включення демографічних даних дозволяє моделі враховувати індивідуальні особливості пацієнтів, що може підвищити точність діагностики.

Література:

Detection of cardiac arrhythmias using neural network-based heart rate variability analysis. Ivashko, A., Krylova, V., Petrenko, O. 2024 IEEE 5th KhPI Week on Advanced Technology, KhPIWeek 2024 - Conference Proceedings, 2024.

ПЕРЕДАЧА ДАНИХ В СИСТЕМАХ З ТЕХНІЧНИМ ЗОРОМ

Крилова В.А., Котко Р.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Перелік завдань, які вирішуються за допомогою систем технічного зору (СТЗ), дуже широкий – медицина, відеоспостереження та інше. Але окремою задачею є використання методів СТЗ для безпілотних літальних апаратів з основними вимогами до надійності передачі даних на рівні 10^{-7}–10^{-6}. Також основною проблемою є обмеження пропускної здатності використовуваних каналів зв'язку. Для передачі потокове відео зображення високої роздільної здатності потрібна пропускна здатність 5 – 20 Мбіт/сек [1]. Для зображень з великою кількістю спектральних каналів обсяг інформації, що передається, збільшується на порядки. Щоб подолати ці обмеження, компанія JPEG запустила новий робочий елемент, який називається Wireless JPEG 2000 або JPWL. Мета JPWL полягає в тому, щоб розширити базову специфікацію JPEG2000 для досягнення ефективної передачі зображень JPEG2000 у схильному до помилок середовищі передачі. JPWL визначає набір інструментів і методів для захисту кодового потоку від помилок передачі. Основним засобом запобіжної корекції помилок у даній специфікації виступають коди Ріда-Соломона (RS-коди).

Важливою особливістю та перевагою стандарту JPWL є можливість завдання області зображення з високими показниками чутливості, що дозволяє використовувати коди для цих областей з підвищеною точністю, нехай навіть ціною збільшення спотворень в іншій частині зображення. Захист кодового потоку виконується за допомогою спеціальних сегментів. Сегмент маркера ESD містить інформацію про чутливість кодового потоку до помилок. Ця інформація може бути використана під час застосування методу захисту від нерівних помилок, більш потужні коди використовуються для захисту найбільш чутливої частини кодового потоку. Але якщо передача відео зображення відбувається реальному масштабі часу, то сегмент ESD не несе жодної корисної інформації, яка могла б бути використана декодером JPWL. Застосування даних про чутливість має сенс на стороні кодера JPWL тільки для вибору більш «сильних» кодів для підвищення безпеки захисту важливих ділянок кодових даних. Використання ESD у завданнях, що потребують кодування та декодування відео в реальному масштабі часу, є недоцільним, оскільки невиправдано збільшує обсяг кодового потоку. Також при реалізації кодера JPWL найбільш трудомісткою операцією кодування є обчислення RS-кодів (Ріда-Соломона), яке виконується для фрагментів даних – по 32 байти, і для фрагментів заголовків – по 13, 25 та 64 байти.

Література:

1. ITU-T Recommendation T.832. Information technology – JPEG XR image coding system – Image coding specification /Series T: Terminals for Telematic Services, 2012. – 218 p.

ITU-T – Recommendation T.810. Amendment 1. Information technology – JPEG2000 image coding system: Wireless. IP based wireless networks/Series T: Terminals for Telematic Services. – 2013. – 8 p.

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ДЕФОРМАЦІЙНОГО ЗМІЦНЕННЯ МЕТАЛІВ

Курандо О.І., Плєснецов С.Ю., Плєснецов Ю.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Деформаційне зміцнення, також відоме як наклеп, є поширеним процесом, що виникає при металообробці у холодному стані. Ефект виникає при температурах нижчих за температуру рекристалізації металу [1]. Процес може бути керованим – наприклад, при холодному профілюванні смугового металу, можливо оцінити інтенсивність наклепу та досягати необхідного зміцнення у осередку деформації. В той же час наклеп є невід'ємною складовою холодного формоутворення, і може викликати небажані ефекти – такі як формування дефектів форми, тріщин тощо. Кількісною характеристикою наклепу є збільшення кількості дислокацій у кристалічній структурі металу. Так, при формоутворенні можна спостерігати як переміщення дислокацій, так і утворення нових. Основними параметрами, які впливають на процес формування ефекту наклепу є: величина деформації та швидкість деформації. Наклепу не є єдиним процесом, що протікає у металі при холодному формоутворенні. Енергія, яка передається при пластичній деформації за рахунок зміни форми кристалічної решітки, тертя тощо, призводить до термічних процесів, які можуть наближатись до температури рекристалізації. Залежність між наклепом та характеристиками процесу деформування наведено на рис. 1 [2].

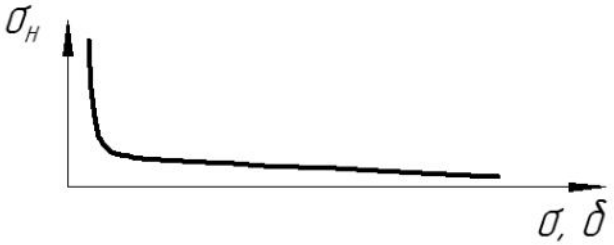


Рисунок 1 – Зв'язок наклепу ($\sigma_н$) та істинних напружень та деформацій (σ, δ)

Наклеп є небезпечним процесом, тож його ефект регламентовано державними стандартами як у якості технологічної складової [3], так і як складової, яку необхідно контролювати при виробництві [4].

Література:

1. Ющенко К.А. Інженерія поверхні: Підручник / К.А. Ющенко, Ю.С. Борисов, В.Д. Кузнецов, В.М. Корж. Київ: Наукова думка, 2007. 559 с.

2. Yang, Huajie & An, X.H. & Shao, Xiaohong & Yang, X.M. & Li, S.X. & Wu, S. & Zhang, Zhefeng. (2011). Enhancing strength and ductility of Mg–12Gd–3Y–0.5Zr alloy by forming a bi-ultrafine microstructure. Materials Science and Engineering A. 528. 4300-4311. 10.1016/j.msea.2011.02.041.

3. ДСТУ 2494-94 Метали. Оброблення зміцнювальне. Терміни та визначення [Чинний з 6 грудня 1996 р.]. Київ. Держстандарт України. 51 с.

4. ДСТУ 2825-94. Розрахунки та випробування на міцність. Терміни та визначення основних понять [Чинний з 01.01.1996 р.]. Київ. Держстандарт України. 40 с.

ДВОКООРДИНАТНА ДИФЕРЕНЦІАЛЬНА СИСТЕМА ГЕЛІОСТАТУВАННЯ

Лисенко В.В[1]., Кайдалов О.Л.[1], Теслер Д.О.[2]
[1]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків
[2]Харківський комп'ютерний фаховий коледж, м. Харків

Сонячна енергія вважається одним з перспективних відновлюваних джерел енергії завдяки її екологічно чистому характеру, широкій доступності та практично необмеженому постачанні. Процес перетворення сонячного випромінювання в електричну енергію досягається за допомогою фотоелектричних панелей. Щоб отримати найбільшу енергію, сонячні панелі повинні бути орієнтовані безпосередньо на сонце, що означає необхідність створення спеціального пристрою для відстеження положення сонця. Рішення такої задачі можливо з використанням сенсорів, яким є світлочутливі елементи (СЕ), пристрій обробки сигналів (ПОС), виконавчий пристрій (ВП). Прикладом такого засобу геліостатування є автоматизована вимірювальна система АВС СМ-2 [1], де в якості СЕ були використані фотодіоди.

З урахуванням сучасного стану елементної бази і розвитку мікропроцесорної техніки пропонується створення системи на базі специфічного використання в якості СЕ – світлодіодів. Експериментальні дослідження показали що це дає можливість використовувати недорогі світлодіоди широкого застосування як датчиків освітленості. При цьому з'ясувалось, що найбільше значення вихідного сигналу – напруги дають світло діоди з червоним і жовтим кольором світіння в прозорих корпусах. В якості ПОС пропонується використання мікроконтролера ATMega2560 який має 16 аналогових високоімпедансних входів АЦП що дозволяє підключити до нього по 4 пари світлодіодів в азимутальній і кутомісної площинах. Конструктивно світлодиоди розміщуються з чотирьох боків пірамідальної конструкції в горизонтальному і у вертикальному напрямках. В зв'язку з тим, що значення напруги яку генерують світлодіоди залежить від їх освітлення, в алгоритм програми закладено оцінювання диференціальної різниці цього значення відносно площин розташування, і по цієї різниці приймається рішення щодо керуванням ВП – поворот в азимутальній або в кутомісної площині.

Додатковими функціями такої системи є можливість оцінки хмарності неба. Застосування такої системи, її універсальність і незначна собівартість дозволяє використання її для підвищення ефективності фотоелектричних панелей, при проведені різноманітних експериментів у наукових дослідженнях і в навчальному процесі.

Література:

1. Лисенко В.В., Мараховський М.Б., Трохін М.В. Вимірювальний комплекс для геліоенергетики. Електроінформ №3/2007.– Львів: Українська асоціація інженерів-електриків, 2007. 26 с.

РОЗРОБКА КОМПЕНСАЦІЙНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ ТЕМПЕРАТУРНИХ КАНАЛІВ У ПРОМИСЛОВИХ СИСТЕМАХ КЕРУВАННЯ

Мигущенко Р.П., Кропачек О.Ю., Фіногенов О.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» м. Харків

Одним з актуальних завдань автоматизації в багатоканальних теплових промислових об'єктах є усунення перехресних впливів між температурними каналами керування. Такі об'єкти мають розподілені параметри і описуються відповідною математичною моделлю у вигляді матриці, що ускладнює синтез ефективних регуляторів. У роботі запропоновано метод синтезу компенсатора, який дозволяє перевести розподілену математичну модель до діагонального вигляду на основі передавальних функцій, визначених методом послідовного логарифмування [1]. Для побудови математичної моделі теплового об'єкта використовуються передавальні функції вигляду:

$$W_{ij} = \frac{ke^{-p\tau}}{(1+pT_1)(1+pT_2)},$$

де k – коефіцієнт передачі, τ – транспортне запізнення, T_1, T_2 – сталі часу [2].

Компенсатор синтезується за формулою:

$$W_K = \mathrm{diag}(W(p)) \cdot W^{-1}(p),$$

що дозволяє виключити небажані перехресні зв'язки та стабілізувати температурні процеси в окремих зонах технічного об'єкту.

Для реалізації обчислень створено дві програмні структури:

- TFMatrixModel – відповідає за формування та обробку матриці передавальних функцій, а також реалізує обчислення компенсатора незалежно від конкретного об'єкта;
- ThermalSystemModel – містить методи побудови передавальних функцій для конкретного теплового об'єкта.

Обчислення виконано в середовищі MathLab із використанням бібліотеки Symbolic Math Toolbox, що дозволяє здійснювати символьну обробку виразів у просторі Лапласа [3]. Реалізовано комбінований підхід, що поєднує символьну аналітику з числовим контролем точності.

Методика протестована в умовах лабораторної установки з цифровим температурним сенсором типу Einstein [2].

Результати моделювання підтвердили ефективність компенсатора в умовах теплового об'єкта з розподіленими параметрами: зменшено амплітуду перехресних збурень і підвищено точність регулювання температури.

Література:

1. Мигущенко Р.П. Адаптивна система управління багатозонними прохідними технологічними агрегатами: дис. канд. техн. наук: 05.13.07 / Мигущенко Р.П. – Харків, 2001. – 187 с.

2. Mygushchenko R. Laboratory studies of mathematical models thermal objectsи / R. Mygushchenko, O. Kropachek, L. Shustik, K. Mygushchenko // Вісник НТУ «ХПІ». – Харків. – 2022. – № 2. С. 4 – 11.

3. https://www.mathworks.com/help/symbolic/.

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ

Михайлова Л.М., Плєснецов Ю.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Питання надійності технічних засобів залишається особливо актуальним у сучасних умовах інтенсивного виробництва. Відповідно, розробляються системи, підходи, методики підвищення надійності продукції, в особливості промислового призначення.

Так, у [1] визначають ряд заходів, спрямованих на підвищення надійності технічних засобів: системні; структурні (схемні); конструктивні; експлуатаційні.

Структурні методи спрямовані на удосконалення конструкції, дизайну, інших загальних властивостей технічного засобу. Конструктивні методи спрямовані на побудову вузлів, елементів технічного засобу, які будуть працювати на підвищення надійності його функціонування або обслуговування.

Іншим аспектом надійності виробу є його відмовостійкість – тобто, здатність продовжувати функціонування за умов відмови одного чи кількох вузлів. Це може забезпечуватись апаратними (резервування) та програмними (алгоритмічне дублювання) засобами. Методи можуть комбінуватись за необхідності [2].

Питання часу є критичним для функціонального виробництва; час усунення відмови можна істотно зменшити шляхом побудови за блоково-вузловим способом. В цьому випадку технічні засоби розбиваються на окремі блоки, які є технічно інкапсульовані. В електронних та електричних рішеннях з'єднання виконується токопровідними елементами (кабелі, контакти, тощо), в механічних реалізується кінематичний зв'язок (шестерні, ремені, ланцюги тощо). Блоки розбиваються на вузли, які також мають конструюватись таким чином, щоб мінімізувати трудомісткість заміни. В такому разі для відновлення роботоздатності достатньо замінити модуль чи вузол [1].

Даний підхід вимагає уніфікації елементів і систем, тобто певної стандартизації компонентів технічних засобів і систематизації їх розробки та виготовлення [1].

В той же час, блоково-вузловий метод містить ряд істотних недоліків. Так, вартість кожного окремого вузла, блоку, може істотно зростати, тож швидкість заміни при експлуатації частково перекривається більшою експлуатаційною вартістю, та, зазвичай, загальною більшою технічною складністю конструкції [2], і блочно-вузлові системи зазвичай використовуються принаймні у великосерійному виробництві.

Література:

1. Веселовська Н.Р., Худолій О.І. Надійність технологічних систем та обґрунтування інженерних рішень : навч. посіб. Вінниця. 2014. 123 с.

2. О. М. Василевський, О. Г. Ігнатенко. Нормування показників надійності технічних засобів : навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2013. 160 с.

МЕТОД ДІАГНОСТУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ РАДІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Ольховіков Д.С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У доповіді показано, що перспективним напрямом підвищення інформаційних можливостей різних радіотехнічних елементів, блоків і вузлів є об'єднання їх в єдину систему радіотехнічного забезпечення – радіотехнічну систему [1]. Особливістю такої радіотехнічної системи від існуючих є спільна обробка інформації від радіотехнічних каналів передавання, отримання та оброблення інформаційних потоків. Сукупність елементів та окремих вузлів є системою зі зниженою надійністю [2]. Це обумовлено тим, що вихід з ладу окремого елементу (блоку) призводить до виходу з ладу всієї системи у цілому [3]. У відомих публікаціях інформація про підвищення надійності (технічний стан) подібних систем як сукупності об'єктів не розглядається [1, 3]. Такі системи з питань технічного стану розподіляються на окремі елементи, стан яких і визначається. Такий метод має основний недолік, пов'язаний з надмірними часовими і технічними витратами, які обумовлюються контролем технічного стану як окремих об'єктів, так і системи в цілому.

Запропоновано метод діагностики технічного стану радіотехнічних систем який полягає у раціональному виборі засобів, необхідних для адекватного контролю параметрів (які характеризують зміну технічного стану) та прогнозування їх зміни протягом наступного періоду експлуатації. Особливістю запропонованого методу є розгляд радіотехнічної системи як комплекту – сукупності окремих об'єктів, для діагностування технічного стану якого застосовується спеціальний алгоритм оброблення інформаційних потоків про параметри контролю. Такий метод зменшує апаратні витрати за рахунок виключення не завжди обґрунтованих регулярних перевірок окремих параметрів.

Перспективи подальших досліджень направлено на обґрунтування раціональної періодичності діагностування технічного стану таких систем.

Література:

1. Herasimov S., Borysenko M., Roshchupkin E. Spectrum Analyzer Based on a Dynamic Filter. Journal of Electronic Testing. 2021. № 37. С. 357–368. DOI: https://doi.org/10.1007/s10836-021-05954-0.

2. Яровий В.С., Радзівілов Г.Д., Кірвас В.В. Діагностика несправностей випрямних трансформаторів високочастотних джерел живлення на основі визначення особливостей струму. Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. 2021. № 4 (45). С. 152–162. DOI: https://doi.org/10.30748/nitps.2021.45.19.

3. Herasimov S., Soroka V., Yevseiev S. and etc. Development of a Method for Measuring small Nonlinear Distortions of Periodic Electrical Signals. 2022 International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT). 2022. P. 49-52. DOI: https://doi.org/10.1109/ISMSIT56059.2022.9932685.

АНАЛІЗ БІОСЕНСОРІВ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ РІВНЯ СТРЕСУ ЛЮДИНИ

Пацукевич Ю.Г., Дроздова Т.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Стрес є одним із найпоширеніших психофізіологічних станів сучасної людини, який має значний вплив на фізичне та психологічне здоров'я. Особливо це питання є актуальним у військових реаліях українців. У зв'язку з цим виникає необхідність у розробці об'єктивних методів виявлення стресу, зокрема за допомогою біометричних сенсорів. Основними біометричними показниками, що використовуються для аналізу стресу є: частота серцевих скорочень, варіабельність серцевого ритму, електропровідність шкіри, частота дихання, температура тіла, м'язова активність або мультипараметричний підхід. Їх порівняльна характеристика наведена в табл.1.

Таблиця 1 – Порівняльна таблиця біосенсорів для вимірювання стресу

Тип сенсора	Що вимірює	Пристрої	Точність	Переваги	Недоліки
PPG (фотоплетизмографія)	Пульс, варіабельність ЧСС (HRV)	Смарт-годинники, браслети (Fitbit, Apple Watch)	●●○○ (середня)	Безконтактний, легкий у використанні	Чутливий до руху, не точний під час активності
ECG (електрокардіографія)	Електрична активність серця, HRV	Медичні пристрої, смарт-годинники	●●●○ (висока)	Висока точність	Потребує контакту з тілом, складність у використанні
EDA/GSR (шкірна провідність)	Потовиділення, рівень збудження	Empatica E4, Fitbit Sense	●●○○ (середня)	Достатня точність, простий	Вплив інших факторів
Температурні сенсори	Температура шкіри	Smartwatch, медичні монітори	●○○○ (низька)	Дешевий, простий	Вплив інших факторів
Сенсори дихання	Частота, глибина дихання	Нагрудні ремені (Zephyr, Hexoskin)	●●○○ (середня)	Висока точність при тривалому спостереженні	Незручні для щоденного носіння
Біохімічні сенсори	Рівень кортизолу	Лабораторії, "розумні пластирі"	●●●● (дуже висока)	Пряма оцінка гормону стресу	Висока вартість, повільні результати

Біометричні показники є ефективними засобами для виявлення стресових станів людини. Найінформативнішими серед них вважаються варіабельність серцевого ритму та електропровідність шкіри, особливо при їх спільному використанні. Застосування мультипараметричного підходу забезпечує підвищену точність та надійність систем виявлення стресу.

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ НОРМУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ

Плєснецов Ю.О., Гученко В.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Відомості про надійність елементів технічних засобів а також зв'язків між елементами, надають можливість визначити показники надійності технічних засобів.

Визначення надійності технічних засобів (системи в цілому) виконується з метою [1]:

– забезпечення можливості досягнення заданої надійності;

– знаходження розподілу значень показників надійності за елементами, блоками і вузлами;

– забезпечення вибору конструктивного рішеннями;

– встановлення доцільності введення резервування.

Існує два основних шляхи визначення надійності технічних засобів: через складання моделі функціонування та за функціональною схемою технічного засобу. У більшості випадків нормування виконується саме через складання моделі функціонування.

Даний підхід вимагає визначити окремі показники нормованого процесу:

– стани технічних засобів, що потребують оцінки;

– характеристики станів, які потребують визначення.

Виникає задача опису функціонування технічного засобу через визначення його станів та умов їх зміни.

Найбільшого поширення одержали логічні моделі безвідмовної роботи технічного засобу [1, 2]. За цим підходом вважається, що елементи системи (технічного засобу) можуть знаходитися у двох несумісних станах:

– роботоздатному;

– нероботоздатному.

Це дозволяє замінити функціональні зв'язки між елементами на логічні, а опис стану системи виконується через сукупність інструментів запису логічних виразів, які у свою чергу характеризують можливість одержання розрахункових формул [2].

Для опису надійності найбільшого поширення отримали наступні методи [1–3]:

– метод інтегральних рівнянь;

– метод диференційних рівнянь;

– метод оцінки надійності за графом можливих станів технічного засобу.

Література:

1. О. М. Василевський, О. Г. Ігнатенко. Нормування показників надійності технічних засобів : навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2013. – 160 с.

2. Веселовська Н.Р., Худолій О.І. Надійність технологічних систем та обґрунтування інженерних рішень : навч. посіб. Вінниця.2014. – 123 с.

3. Салогуб М.В. Електронний підручник з дисципліни: Надійність, діагностика та експлуатація комп'ютерних систем та мереж. ДКТІ. 2016. – 161 с.

ПРОГРАМНА ІМПЛЕМЕНТАЦІЯ ФІЛЬТРУ КАЛМАНА ОБ'ЄКТНИМ МЕТОДОМ

Плєснецов С.Ю., Колєсниченко А.О., Мудровський В.Я.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Фільтр Калмана у алгоритмічній реалізації використовує серію вимірювань, що спостерігаються протягом певного часу для отримання оцінок невідомих змінних, які мають тенденцію бути більш точними, ніж ті, що базуються на одному вимірюванні, шляхом оцінки спільного розподілу ймовірностей за змінними для кожного часового кроку, що мінімізує середньоквадратичну похибку [1]. Фільтр має набір входів та виходів. Вхідні сигнали поступають зашумленими, що очевидним чином знижує їх достовірність. Виходи мають мати менш зашумлені значення і мають на меті підвищити точність вимірювання. Фільтр можна розглядати як алгоритм, який може оцінювати спостережувані та неспостережувані параметри з високою точністю в режимі реального часу [2].

Запропоновано імплементацію фільтру Калмана на базі шаблону об'єктного програмування «Одинак» (рис. 1). Запропонована реалізація є більш ефективною та гнучкою, ніж реалізація, наведена у [3]. Для виконання фільтру використано бібліотечне рішення [4] на базі Eigen 3. Рендер реалізовано з використанням стандарту OpenGL 4 з використанням шейдерної технології на базі бібліотек GLFW та GLAD, реалізацію графічного інтерфейсу користувача виконано засобами MFC. Використання спеціалізованої бібліотеки, виділеного рендеру та об'єктного підходу до реалізації програмного засобу дозволили підвищити швидкодію та автономність програмного рішення.

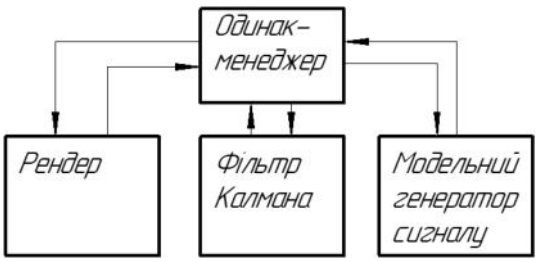


Рисунок 1 – Схема взаємодії класів

Література:

1. Kalman, Rudolph Emil. A New Approach to Linear Filtering and Prediction Problems. Transactions of the ASME--Journal of Basic Engineering. 1960. Vol. 82, Ser. D, PP. 35-45

2. William Franklin. Kalman Filter Explained Simply. December 31, 2020 URL: https://thekalmanfilter.com/kalman-filter-explained-simply/

3. Плєснецов С. Ю. Розробка програмного засобу для статистичного аналізу сигналу в режимі реального часу / С. Ю. Плєснецов, А. О. Колесніченко, К. А. Ященко // Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Сер. : Інноваційні технології та обладнання обробки матеріалів у машинобудуванні та металургії : зб. наук. пр. – Харків : НТУ "ХПІ", 2018. – № 31 (1307). – С. 67-71.

4. Kalman Filter Library. URL: https://github.com/mherb/kalman

ПРОЄКТУВАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАСОБУ ДЛЯ ОБРОБКИ, НАКОПИЧЕННЯ ТА ВІДОБРАЖЕННЯ МЕТРОЛОГІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

Плєснецов С.Ю., Куницький Я.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Існує ряд процедур, що пов'язані із оцінюванням результатів вимірювань чи збору даних метрологічного призначення при виконанні задач розробки чи виконання інформаційно-вимірювальних технологій та техніки [1]. Це включає визначення середніх значень, середньоквадратичного відхилення, похибок або невизначеностей. Дані задачі можуть бути вирішені з використанням універсального програмного забезпечення статистичного призначення, яке зазвичай включає всі необхідні функції та оперативні можливості [2]. Проте використання такого програмного забезпечення зазвичай вимагає істотних витрат на його придбання, розгортання, засвоєння, інтеграцію до технологічних процесів, а функціонал надає можливості далеко за межами реальних вимог виробництва. Це робить актуальною задачу розробки спеціалізованого програмного забезпечення для статистичної обробки інформації.

Сучасний підхід до розробки програмного забезпечення вимагає реалізації певних методів та підходів для досягнення якісних та функціональних результатів. Так, реалізація зручного графічного інтерфейсу користувача може бути вирішена з використанням бібліотеки Qt. Об'єктний метод дозволить робити програму на окремі модулі, реалізовані індивідуальними класами (рис. 1). Логічне ядро виконує операції обробки даних, та комунікує з графічним інтерфейсом, а також системою вводу-виводу. Графічний інтерфейс окремо реалізує модуль візуалізації даних на базі Qt Charts.

Таке рішення дозволяє створити швидкодіюче програмне рішення з ергономічним інтерфейсом користувача і системою обробки даних.

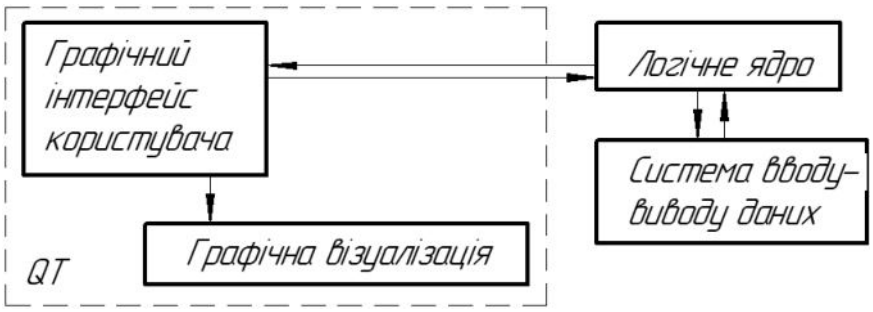


Рисунок 1 – Схема взаємодії класів

Література:

1. Сусліков Л.М., Студеняк І.П. Задачі з метрології та методичні рекомендації щодо їх розв'язання: Навчально-методичний посібник. – Ужгород: Видавництво УжНУ, 2018. - 224 с.

2. Роїк М.В., Присяжнюк О.І., Денисюк В.О.. Огляд програмних засобів статистичного аналізу даних. Ефективна економіка № 7, 2017. URL: http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=5676

ОБРОБЛЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДАНИХ З ВИКОРИСТАННЯМ ЗАСОБІВ ТЕХНОЛОГІЇ LABVIEW

Русанов В.І., Львов С.Г.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Аналіз віброакустичних сигналів – важливий інструмент у діагностиці технічного стану обладнання, зокрема паливної системи дизельних двигунів. Сигнали, отримані від вібраційних або акустичних датчиків, містять інформацію про роботу вузлів та їх стан. Вибір правильних методів аналізу цих сигналів дозволить виявляти дефекти на ранній стадії.

Для оброблення експериментальних даних віброакустичних сигналів використовують різні методи, такі як: частотний аналіз вібрації; спектральний аналіз вібрації (у вузьких і широких смугах); аналіз спектра вібрації по обвідній; фазове порівняння сигналів вібрації; амплітудно-часовий аналіз сигналів вібрації; статистичний аналіз вібраційних характеристик об'єкту діагностики. Робота присвячена розробленню віртуального приладу (ВП) з використанням засобів програмного пакету LabVIEW, який виконує оброблення сигналу отриманого від віброакселерометра методів гістограмного аналізу та вейвлет-перетворення. Лицьова панель віртуального приладу показано на рис. 1.

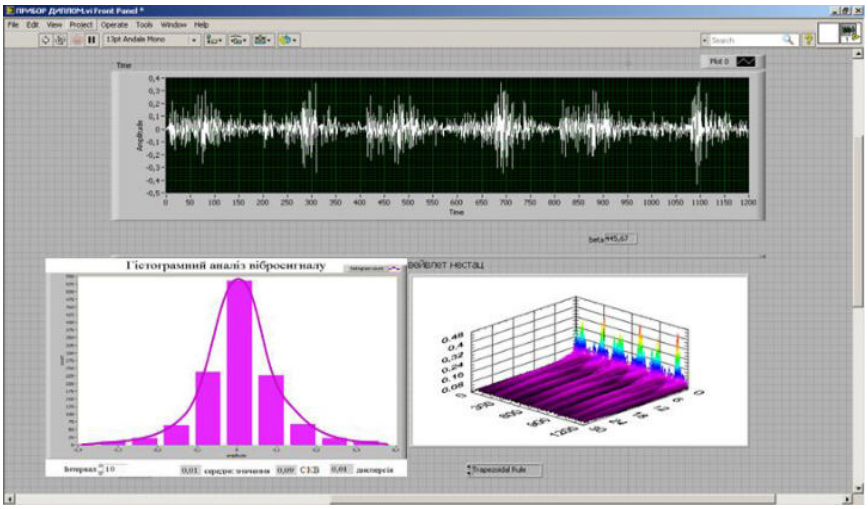


Рисунок 1 – Лицьова панель ВП

Накопичення статистичної інформації за параметрами вібрації двигунів різної конструкції дозволить зробити базу даних результатів випробувань, яка може бути використана для уточнення діагностичних правил і розроблення математичних моделей розвитку дефектів вузлів дизельних двигунів.

Таким чином, результати комплексного діагностичного підходу дозволили:

– отримати максимум корисної інформації з віброакустичного сигналу;
– сформулювати діагностичні ознаки дефектів;
– мінімізувати недоліки та обмеження методів діагностики;
– автоматизувати процедуру оброблення експериментальних даних.

ЕФЕКТИВНА РЕАЛІЗАЦІЯ МАТРИЧНОГО МНОЖЕННЯ ДЛЯ ВЕЛИКИХ МОВНИХ МОДЕЛЕЙ НА CUDA

Сальніков Д.В., Васильченков О.Г.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Великі мовні моделі стали ключовим інструментом у галузі штучного інтелекту, проте їх ефективне використання потребує значних обчислювальних ресурсів та пам'яті, що напряму впливає на ціну використання моделі. Сучасні LLM, такі як GPT-4, мають обсяги вагових коефіцієнтів понад 300 ГБ, що перевищує об'єми пам'яті більшості пристроїв користувачів. Одним із методів зменшення витрат є квантування вагових коефіцієнтів, зокрема до декількох біт на ваговий коефіцієнт [1 – 2].

Сучасні великі мовні моделі побудовані на базі архітектури трансформерів з використанням механізму уваги, що включає велику кількість операцій множення матриць [3]. Поточні ядра множення матриць що використовуються включають етап деквантування. Такий підхід призводить до необхідності використання додаткової пам'яті для проміжних результатів, та додаткових трансферів пам'яті квантованих коефіцієнтів.

Авторами було розроблено ядро множення матриць із квантованими вхідними даними, що є ефективнішим з точки зору часу обчислень та апаратних витрат і досягає продуктивності класичних ядер CUDA (які використовують єдиний тип даних операндів). Запропоноване ядро зменшує об'єм необхідної пам'яті, оскільки відпадає необхідність зберігати розпаковані коефіцієнти на розрахунковому пристрої. Реалізоване ядро використовує кешування вхідних даних та виконує розпаковку коефіцієнтів множення без збереження в проміжкові масиви, що дозволяє ефективно використовувати пропускну здатність пам'яті GPU.

Подальша робота буде спрямована на розширення типів даних що підтримує ядро та покращення алгоритму, зокрема шляхом векторизації його операцій.

Література:

1. The Era of 1-bit LLMs: All Large Language Models are in 1.58 Bits Shuming Ma Hongyu Wang Lingxiao Ma Lei Wang Wenhui Wang Shaohan Huang Li Dong Ruiping Wang Jilong Xue Furu Wei

2. Jerry Chee, Yaohui Cai, Volodymyr Kuleshov, and Christopher De Sa.QuIP: 2-bit quantization of large language models with guarantees.CoRR, abs/2307.13304, 2023

3. Ashish Vaswani, Attention Is All You Need, Ashish Vaswani, Noam Shazeer, Niki Parmar, Jakob Uszkoreit, Llion Jones, Aidan N. Gomez, Lukasz Kaiser, Illia Polosukhin, arXiv, 2023.

ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ТЕРТЯ, ЩО ЗАБЕЗПЕЧУЄ ОТРИМАННЯ ЯКІСНИХ ГНУТИХ ПРОФІЛІВ

Сєвєрін О.Ю., Плєснецов Ю.О., Плєснецов С.Ю.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Методика забезпечення якості гнутих профілів за рахунок модифікації сили тертя випливає з розтягувальних напружень, що виникають на валках і позначаються σ_{ZZ}. Напруження σ_{ZZ} локалізуються в поверхневому та приповерхневому шарах та можуть призвести до його деформації або руйнування. Так, найвище значення розтягувальних напружень можна визначити як [1]:

$$\sigma_{zz}^{max} = 3{,}6 f \sigma_{S,}$$

де: f – коефіцієнт тертя; σ_S – межа плинності металу.

Для нормальних умов виготовлення профілів без покриття має виконуватись умова [1]:

$$\sigma_{zz}^{max} < \sigma_{S.}$$

Як показано в роботі [2] та в [1] (рис. 1), дана умова виконується, якщо $f \leq 0{,}275$. Одночасно, поверхневий шар зазвичай є менш міцним, ніж основний об'єм металу. Через це між цими зонами, якщо вони знаходяться в осередку деформації, може виникати перевищення межі плинності, тобто необхідно забезпечити міцність, що буде у 1,8…2,5 вищою мінімально необхідної, і що відповідає умові f = 0,1. Задача ускладняється, якщо на поверхні профілю має місце покриття, бой ого властивості будуть відмінними щодо основного шару металу. Зазвичай покриття є менш міцними та більш пластичними, що робить їх вразливими до ефекти інтенсивного тертя у валках профілюючого стану.

Відповідно, напрямком дослідження стає визначення методики забезпечення та контролю оптимального режиму тертя при формоутворенні у валках.

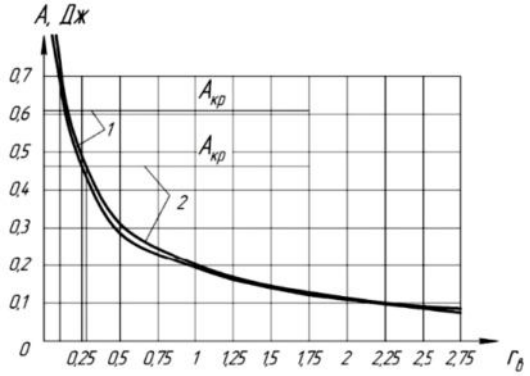


Рисунок 1 – Графіки питомої роботи деформування в залежності від відносного внутрішнього радіусу згинання: 1 – для сталі Ст.3сп; 2 – для сталі 09Г2

Література:

1. Ніколаєв В.О. Калібрування прокатних валків: навчальний посібник. Запоріжжя: ЗДІА, 2015. – 158 с.

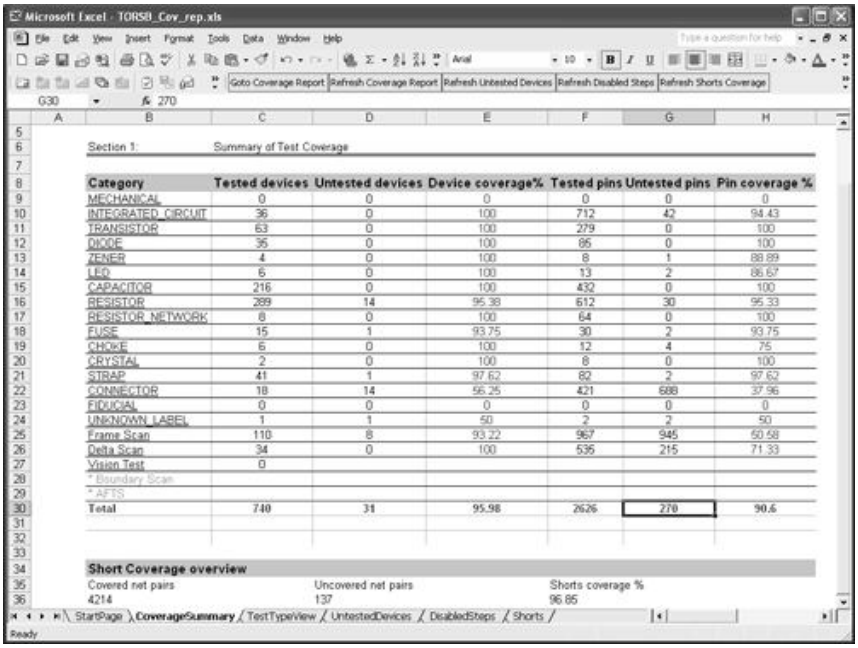
2. Сєвєрін О.Ю. Аналіз стоншення металу при виробництві гнутих профілів / О.Ю. Сєвєрін, С.Ю. Плєснецов, Ю.О. Плєснецов: матеріали міжнародної науково-технічної конференції «Нові та нетрадиційні технології в ресурсо- та енергозбереженні», Одеса. С. 299.

ТЕХНОЛОГІЯ ВНУТРІШНЬОСХЕМНОГО ТЕСТУВАННЯ

Смолін Ю.О., Кононихін О.Д.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Внутрішньосхемне тестування – технологія перевірки окремих елементів на платі або окремих вузлів схем з використанням спеціалізованого обладнання (ICT-станцій) і електромеханічного пристрою (голчастого адаптера). Така технологія дозволяє аналізувати як окремі елементи схеми, так й аналогові гілки схем. При реалізації цієї технології, що реалізує фізичний контакт голок з друкованими провідниками й контактами елементів, які тестуються, виникають труднощі при реалізації цієї технології в тестуванні. В першу чергу постійна мініатюризація елементів призводить до суттєвих зменшень геометричних розмірів та форм контактних майданчиків і їх вимушеному переміщенню під корпуси елементів.

Одним з варіантів усунення цих проблем є використання методу тестування «літаючими щупами» або «літаючими матрицями». Таке рішення дозволяє не виводити спеціальні контактні майданчики для тестування, але при цьому значно збільшується час перевірки. В результаті внутрішньосхемного тестування формується звіт про тестування, приклад якого зображено на рис.1.



Microsoft Excel - TORSB_Cov_rep.xls

Section 1: Summary of Test Coverage

Category	Tested devices	Untested devices	Device coverage%	Tested pins	Untested pins	Pin coverage %
MECHANICAL	0	0	0	0	0	0
INTEGRATED_CIRCUIT	36	0	100	712	42	94.43
TRANSISTOR	63	0	100	279	0	100
DIODE	35	0	100	85	0	100
ZENER	4	0	100	8	1	88.89
LED	6	0	100	13	2	86.67
CAPACITOR	216	0	100	432	0	100
RESISTOR	289	14	95.38	612	30	95.33
RESISTOR_NETWORK	8	0	100	64	0	100
FUSE	15	1	93.75	30	2	93.75
CHOKE	6	0	100	12	4	75
CRYSTAL	2	0	100	8	0	100
STRAP	41	1	97.62	82	2	97.62
CONNECTOR	18	14	56.25	421	688	37.96
FIDUCIAL	0	0	0	0	0	0
UNKNOWN_LABEL	1	1	50	2	2	50
Frame Scan	110	8	93.22	967	945	50.58
Delta Scan	34	0	100	536	215	71.33
Vision Test	0					
* Boundary Scan						
* AFTS						
Total	740	31	95.98	2626	270	90.6

Short Coverage overview

Covered net pairs	Uncovered net pairs	Shorts coverage %
4214	137	96.85

StartPage | CoverageSummary | TestTypeView | UntestedDevices | DisabledSteps | Shorts

Ready

Рисунок 1 – Приклад звіту з внутрішньосхемного тестування

Застосування внутрішньосхемного тестування обмежується необхідністю значних витрат на обладнання, розробку і виготовлення голчастих адаптерів, необхідність у кваліфікованому аналізі тестопридатності схеми друкованої плати і оптимізації розміщення голок ICT, необхідність залучення кваліфікованих тест-програмістів для розробки ефективних програм тестування.

УТОЧНЕННЯ СТРУКТУРИ ТЕКСТОВИХ ПОВІДОМЛЕНЬ ДЛЯ БОРТОВОГО ДИСПЛЕЯ ПРОМИСЛОВОГО СМАРТКОНТЕЙНЕРА

Сторожук Д. І.

Національний університет «Львівська політехніка», Львів

У системі сегрегованого збору субстратних залишків поліграфічного замовлення, реалізованої на базі мікропроцесорної платформи Leonardo з ваговим контролем і кліматичним моніторингом, виведення текстових повідомлень на бортовий дисплей забезпечує локальне інформування оператора про стан властивостей зібраного субстрату у реальному часі на основі телеметричних даних. Надійність прийняття рішень щодо обслуговування смартконтейнера значною мірою залежить від інтерпретованості й зрозумілості повідомлень, які виводяться на інтерфейс бортового дисплея. З урахуванням багаторівневої індикації, яка охоплює світлодіодні сигнали, текстову інформацію та веб-візуалізацію [1], структура повідомлень, призначених для виводу на LCD-дисплей, потребує чіткої стандартизації відповідно до категоризації контрольованих параметрів. Враховуючи низькорівневу реалізацію дисплея [2], текстові повідомлення мають бути лаконічними, семантично однозначними та ієрархізованими відповідно до пріоритетності контрольованих параметрів, що дозволяє сконцентрувати увагу насамперед на потенційно аварійних станах системи (рис. 1).



Рисунок.1 – Типи індустріальних метрик у системі смартконтейнера

Структура повідомлень побудована за принципом компактної дескриптивної конструкції з фіксованою довжиною та уніфікованими позначеннями для кожного стану параметра з інверсією дисплея залежно від першого символу:**<індикатор типу><ідентифікатор параметра><метрика ><опційний префікс>.** Представлена ієрархія текстової індикації індустріальних метрик для властивостей сегрегованих субстратних залишків поліграфічного замовлення в подальшому буде покладена в основу програмної логіки диспетчеризації повідомлень, коли при обмеженні на кількість символів або рядків на дисплеї застосовується принцип пріоритетного витіснення менш важливих повідомлень.

Література:

1. Сторожук Д. Спосіб моніторингу наповненості промислового смартконтейнера сегрегованих обрізків поліграфічної продукції. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я, №32, 2024. С. 530.

2. Arduino LCD Screen. URL: docs.arduino.cc/retired/other/arduino-lcd-screen.

РОЗРОБКА СТЕНДУ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ЕМАП З ІМПУЛЬСНИМ НАМАГНІЧУВАННЯМ

Сучков Г.М., Кальницький М.А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У доповіді надані дані з розробки стенду для досліджень характеристик ЕМАП. Встановлено, що макет стенду повинен мати таку побудову [1–2], рис.1.

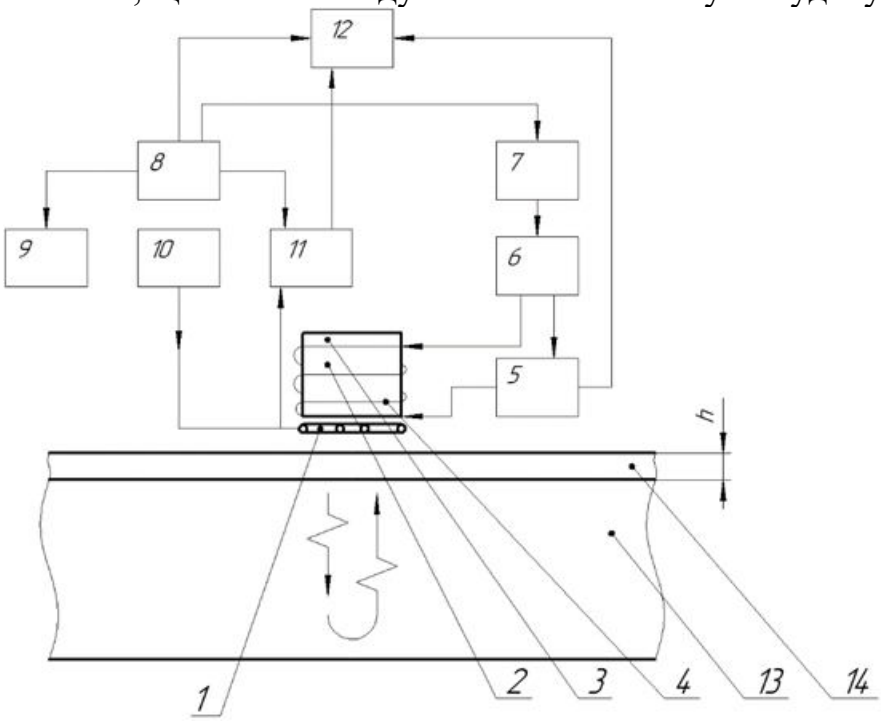


Рисунок 1 - Стенд для дослідження макетів ЕМАП з джерелами імпульсного намагнічування

На рис.1: 1 – плоска високочастотна котушка індуктивності; 2 – джерело імпульсного магнітного поля; 3 – сердечник джерела; 4 – котушка намагнічування джерела імпульсного магнітного поля; 5 – шунт для вимірювання струму намагнічування; 6 – потужний посилювач імпульсу струму намагнічування; 7 – формувач імпульсу струму намагнічування; 8 – синхронізатор; 9 – формувач пакетного високочастотного імпульсу; 10 – потужний посилювач пакетного високочастотного імпульсу живлення плоскої високочастотної котушки індуктивності; 11 – малозавадний смуговий посилювач прийнятих з об'єкту контролю ультразвукових пакетних високочастотних імпульсів; 12 – цифровий осцилограф; 13 – об'єкт контролю; 14 – шар діелектричного покриття товщиною *h* на поверхні ОК.

Література:

1. Сучков Г.М., Мигущенко Р.П., Плєснецов С.Ю. та ін. Підвищення чутливості електромагнітно-акустичних перетворювачів для контролю, вимірювання і діагностики феромагнітних металовиробів за рахунок збільшення величини індукції магнітного поля (огляд). *Технічна електродинаміка*. 2025. № 2, С. 85-95.

2. Сучков Г.М., Плєснецов С.Ю., Кальницький М.Е. та ін. Електромагнітно - акустичний перетворювач з комбінованим намагнічуванням. *Технічна діагностика та неруйнівний контроль*. 2025. № 1, С. 22-26.

ВПЛИВ НЕЛІНІЙНОСТІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЕРЕТВОРЮВАЧА НА ТОЧНІСТЬ ВИМІРУ

Тополов І.І.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У мікропроцесорних вимірювальних схемах з нелінійною характеристикою, аналітичне вираження якої відомо, результат виміру може бути обчислений на підставі зазначеної характеристики, тому нелінійність позначатися не буде.

Однак, для здійснення корекції дрейфу або чутливості характеристики перетворення, нелінійність може впливати на точність виміру. Покажемо на прикладі вплив нелінійності на результат виміру, рис. 1.

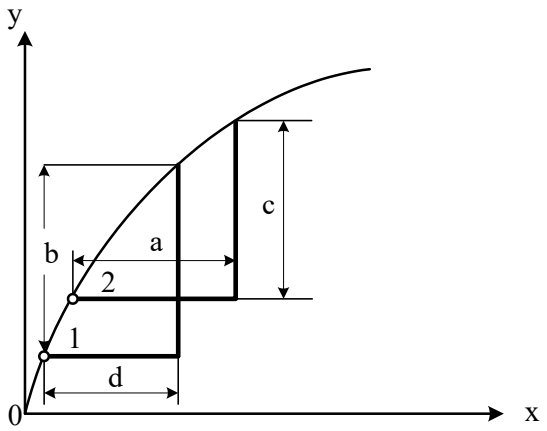


Рисунок 1 – Вплив нелінійності на результат виміру

Якщо початкова крапка робочого діапазону в результаті дрейфу перемістився з положення 1 у положення 2, (Рис. 1), автоматично за допомогою мікропроцесора може бути здійснена корекція в результаті якої вплив дрейфу буде виключено. При нелінійній характеристиці введення корекції буде утруднено, тому що зміниться чутливість схеми Q від значення Q_1= b/d до величини Q_2 = c/a, причому зазначені параметри будуть відрізнятися ($Q_1 > Q_2$). Отже, корекцію здійснити не вдасться, що збільшить похибку виміру.

У проектуємих приладах вивід основного рівняння виміру базується на допущенні лінійності характеристики перетворення. Тому аналіз нелінійності характеристики перетворення є актуальним завданням.

Слід зазначити також, що наявність нелінійності характеристики, приводить до збільшення складності аналітичного подання зазначеної функції, що викликає труднощі при програмуванні мікропроцесора. Як відомо вартість програмування іноді значно перевищує витрати на виробництво апаратури.

Література:

1. Полулях К.С. Бигенераторные микропроцессорные измерительные преобразователи / Полулях К.С., Тополов И.И. // Украинский метрологический журнал. – 2004. – №2. – С. 46-50.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПОРТАТИВНОГО УНІВЕРСАЛЬНОГО ТВЕРДОМІРА ADL-DU110 ТА СТАЦІОНАРНОГО ТВЕРДОМІРА ЗА БРІНЕЛЛЕМ ADL HBW-2

Хмелик С.В.[1], Хомяк Ю.В.[1], Литенко А.В.[2]
[1]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків
[2]ТОВ «ТОРГІВЕЛЬНИЙ ДІМ «УКРІНТЕХ», м. Харків

У роботі здійснено порівняльний аналіз портативного твердоміра ADL-DU110 та стаціонарного твердоміра ADL HBW-2, які реалізують різні методи вимірювання твердості матеріалів. Розглянуто функціональні особливості, технічні характеристики, сфери застосування та похибки вимірювань. Окрему увагу приділено впровадженню сучасних інформаційних технологій у процеси вимірювання і обробки результатів. Твердість є одним із ключових механічних параметрів, що широко використовується у контролі продукції. Залежно від умов експлуатації та вимог до точності можуть застосовуватись портативні або стаціонарні твердоміри. Портативні прилади забезпечують мобільність і гнучкість, а стаціонарні – точність і відтворюваність. Мета роботи – зіставити можливості ADL-DU110 та ADL HBW-2, що працює за методом Брінелля.

ADL-DU110 реалізує два методи вимірювання: динамічний (відскоковий) та ультразвуковий контактний імпеданс (UCI), що дозволяє контролювати твердість широкого спектру матеріалів, зокрема тонкостінних і важкодоступних.

ADL HBW-2 використовує класичний метод Брінелля, заснований на втисканні кулькового індентора з відомим навантаженням у матеріал та визначенні діаметра відбитка. Метод стабільний, але потребує ретельної підготовки зразків.

ADL-DU110 ідеально підходить для об'єктів з обмеженим доступом, де стаціонарне обладнання використовувати складно. Зміна типу датчика дозволяє адаптувати вимірювання до конкретних умов. ADL HBW-2, своєю чергою, ефективний у лабораторіях, де важлива точність та повторюваність, особливо при сертифікації. Обидва прилади підтримують збереження й передачу даних через USB. ADL-DU110 додатково працює з ПЗ SmartHardness для створення звітів, графіків та аналізу, що дозволяє інтегрувати результати у загальну інформаційну систему. Портативний твердомір ADL-DU110 забезпечує гнучке застосування, тоді як ADL HBW-2 гарантує стабільно високу точність у лабораторному контролі. Вибір приладу залежить від умов застосування та вимог до точності. Залучення інформаційних технологій підвищує ефективність і прозорість вимірювань. Результати дослідження можуть бути корисними при виборі вимірювального обладнання для підприємств машинобудування, металургії та суміжних галузей, де важливі швидкість, точність і цифрова сумісність процесів контролю.

Література:

1. Screening Eagle Technologies. Portable Hardness Testing: Theory, Practice, Applications, Guidelines. Sonia Giron et al. Zurich: Screening Eagle Technologies AG, 2022. 108p.

ВПЛИВ ЗОВНІШНІХ ФАКТОРІВ НА РОБОТУ РЕОСТАТНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА

Хомяк Ю.В., Сілін Д.М.,
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У роботі досліджено вплив зовнішніх факторів, зокрема опору навантаження та температури, на точність роботи реостатного перетворювача, який використовується в системах автоматизації та вимірювальної техніки. Метою дослідження було визначити, як шунтуючий ефект навантаження та температурні коливання впливають на вихідну напругу $U_{\text{вих}}$ і відносну похибку δ_{max}, а також розробити рекомендації для підвищення стабільності роботи перетворювача. Теоретичний аналіз показав, що зменшення опору навантаження $R_{\text{н}}$ призводить до значного зростання похибки через шунтуючий ефект: при $R_{\text{н}} = 0{,}5\,\text{кОм}$ максимальна похибка сягає 12 %, тоді як при $R_{\text{н}} = 13{,}8\,\text{кОм}$ вона знижується до 0,41%. Температурний вплив досліджувався в діапазоні 5 – 50 ^{0}C для вольфрамової обмотки ($a_T = 0{,}0045\ °\text{C}^{-1}$) та вуглецевого резистора ($a_{R\text{н}} = -0{,}0003\ °\text{C}^{-1}$). Результати показали, що при 50 ^{0}C похибка перевищує 1 % (до 1,05 %), що може бути критичним для прецизійних систем. Геометричні зміни обмотки через термічне розширення виявилися незначними (зміна довжини $\Delta l \approx 5$ мм, діаметра $\Delta d \approx 0{,}000013$ мм).

Для перевірки теоретичних розрахунків створено модель у LabVIEW, яка дозволяє динамічно досліджувати вплив $R_{\text{н}}$ і температури на $U_{\text{вих}}$ і δ_{max}. Симуляція підтвердила розрахунки: при $R_{\text{н}} = 6{,}83\,\text{кОм}$ похибка становить 0,91%, а при 50 ^{0}C зростає до 1,05 %. Блок-схема моделі розбита на функціональні блоки з поясненнями для використання в навчальному процесі.

Отримані результати свідчать, що для підвищення точності реостатного перетворювача необхідно використовувати матеріали з нижчим температурним коефіцієнтом (наприклад, константан) або термокомпенсаційні елементи, а також обирати $R_{\text{н}}$, що значно перевищує опір обмотки.

Література:

1. Горовиц П., Хилл В. *Мистецтво електроніки*. 3-тє вид. – Кембридж: Cambridge University Press, 2015. – 1224 с. (англ.)

2. Бойс В. *Довідник з вимірювальних приладів*. 4-те вид. – Бостон: Butterworth-Heinemann, 2010. – 928 с. (англ.)

3. Фраден Д. *Довідник з сучасних сенсорів: фізика, конструкція та застосування*. 5-те вид. – Нью-Йорк: Springer, 2016. – 663 с. (англ.)

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ МІКРОКЛІМАТУ В ЗЕРНОСХОВИЩІ

Шалімов О.Є., Євсеєнко О.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Україна традиційно вважається аграрною державою та входить до числа провідних експортерів зерна у світі. Зернова промисловість відіграє ключову роль в аграрному секторі економіки. Так, наприклад, завдяки рекордному врожаю 2021 року зростання ВВП країни склало 0,8 відсоткового пункту. Щорічне виробництво зернових культур досягає близько 80 – 90 мільйонів тонн, з яких приблизно до 50 мільйонів тонн експортується. Крім того, зернопереробна галузь забезпечує робочими місцями сотні тисяч українців.

Оскільки зерносховища та елеватори мають значні розміри, ручне управління механізмами є малоефективним і недоцільним. Великі об'єми зерна унеможливлюють оперативний аналіз кожної ділянки без використання автоматизованих засобів. Постійний ручний контроль у таких умовах є надто трудомістким і не може забезпечити належну безперервність моніторингу, яка є критично важливою для збереження якості зерна.

Саме тому важливо оптимізувати процеси зберігання та догляду за зерном за рахунок впровадження автоматизуваних систем керування та забезпечення належного моніторингу основних кліматичних показників у сховищах. Такий підхід дозволяє суттєво зменшити втрати зерна завдяки своєчасному виявленню відхилень від оптимальних умов і оперативному реагуванню на проблемні ділянки.

Важливим аспектом зберігання зерна є контроль мікроклімату у сховищі. Основними показниками, за якими під час системного моніторингу можна достовірно визначити стан зернової маси, є температура, вологість, склад домішок, рівень зараженості шкідниками, а також якісні характеристики – колір і запах.

Проведено огляд існуючих підходів до автоматизації процесів зберігання зерна. Існуючі автоматизовані системи для аналізу стану зерна ґрунтуються на обробці даних з кліматичних датчиків, встановлених у зерносховищах. Ці системи виконують моніторинг кліматичних параметрів і у разі відхилень від оптимальних умов зберігання на окремих ділянках, передбачено ручне втручання для сепарування зерна. Для цього зерносховище поділяється на зони, кожну з яких контролює набір датчиків та програмного забезпечення, що здійснюють реальний моніторинг і аналіз отриманих даних.

Автоматизовані системи для аналізу стану зерна мають кілька недоліків, серед яких – можливі неточності в роботі датчиків, висока вартість впровадження та обслуговування, можливі помилки при обробці даних, відсутність повної автоматизації процесів сепарування зерна, необхідність у ручному втручанні в разі несправностей системи та труднощі в масштабуванні для різних типів зерносховищ.

СЕКЦІЯ 4
ХІМІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ІНЖЕНЕРІЯ

FOREIGN LANGUAGE COMPETENCIES IMPORTANCE FOR FUTURE OCCUPATIONAL THERAPISTS DURING PROFESSIONAL TRAINING

Ageicheva A.O., [1]Bukhkalo S.I., Abakumov A.A.
National University Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic, Poltava
[1]National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Socio-economic changes in society have led to the need to reform education in line with the competency-based approach. Of particular importance in the professional training of higher education graduates - future occupational therapists is the formation of foreign language competence. Based on the analysis of psychological and pedagogical literature on the problems of interpersonal communication, pedagogical communication, and professional training, it has been proven that the foreign language competence of an occupational therapist is a complex integrative process that mediates the professional activity of an occupational therapist aimed at establishing, supporting, and developing communication in a foreign language with patients. Therefore, a competent graduate who is able to think critically, can make independent decisions, is ready for constant professional growth, and is able to communicate in a foreign language is in demand. The problem of professional training of occupational therapists has been given great attention, in particular, regarding the definition of the goals of professional training in the process of professional training, in particular, the skills that an occupational therapist must have; ways, methods and techniques for the formation of foreign language competencies. In the process of professional training, it is necessary to be guided by the idea of a comprehensive approach to the formation of foreign language competence of future occupational therapists, since such an approach allows for the comprehensive and interconnected development of the necessary skills for the future occupational therapist. The formation of foreign language competencies in future occupational therapists is a critical aspect of their professional training. These competencies enhance their ability to interact with diverse populations, access international research, and collaborate with professionals from various cultural and linguistic backgrounds. Integrating foreign language competencies into the training of occupational therapists not only enhances their professional readiness but also enriches the quality of care they can provide in diverse settings. A systematic and practical approach ensures that these competencies are effectively developed during their academic and clinical training. https://doi.org/10.20998/2220-4784.2023.01.03 https://doi.org/10.20998/2220-4784.2023.02.03 https://doi.org/10.20998/2220-4784.2023.02.11 https://doi.org/10.20998/2220-4784.2024.02.02

References:

1. Bukhkalo S.I., Ageicheva A.O., Belyanskiy O.M., Moskalenko M.V., Derkunska ZH.V., Iglin S.P. Innovative approaches to teaching at higher educational institutions in examples and tasks.. Вісник НТУ «ХПІ». 2023. № 1 (1365), pp. 78–85.

THE SUBSTANTIATION OF THE GLASS FIBRE TYPES CHOICE FOR THE BICOMPONENT HEAT-INSULATING REFRACTORY MATERIALS

Balaev A.D.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

The search for ways to improve the efficiency and cost effectiveness of production processes and equipment requires developing and using thermal insulation that meets the following requirements: low thermal conductivity, stability at high temperatures in various environments, and availability of raw materials for production. One of the most effective thermal insulation materials is fibre refractory, which has several properties that distinguish it from traditional refractory materials: lower apparent density, low thermal conductivity, good elasticity and vibration resistance, very high thermal shock resistance, chemical resistance, low energy storage, which significantly reduces the weight of the lining, reduces fuel consumption and increases the efficiency of thermal units.

Thermal insulation materials made of glass fibres with an alumina-silicate composition are widely used; the main ones are basalt and mullite-silica fibres. In addition to excellent thermal insulation properties (one of the lowest thermal conductivity coefficients among inorganic fibre materials) and low weight, basalt fibres are highly resistant to high temperatures and chemically active environments. Basalt fibres are relatively cheap, non-flammable and fire resistant, but the maximum use temperature is limited to 900 – 1000 ºC. Refractory fibres of mullite-silica composition also have low bulk density, high chemical resistance, and low thermal conductivity, although higher than for basalt fibres. Their operating temperature is up to 1400 ºC, but the cost of mullite-silica fibres is quite high due to the use of expensive raw materials, among other factors.

Therefore, it is an urgent task to develop bi-component heat-insulating fibre refractory materials using basalt and mullite-silica glass fibres, which will allow the new materials to have a service temperature close to that of products made of mullite-silica fibres and a thermal conductivity at the level of products made of basalt fibres, and the cost of the new materials will be lower than that of products made of mullite-silica fibres. Research is planned to obtain heat-insulating products by moulding from hydromasses and layering two types of fibres with different proportions of basalt and mullite-silica fibres and binders. The main properties of the developed materials (bulk density, permanent changes in dimensions on heating, thermal conductivity) and their effective application will also be determined.

OVERVIEW OF TECHNICAL SOLUTIONS IN PRODUCTION OF CO SHIFT CONVERSION CATALYSTS

Bityutska V., Sincheskul O., Kobziev O., Deineka D., Volobuyev M.
National Technical University
«Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

The paper considers technical solutions related to the improvement of CO shift conversion catalysts and their technology. The author Pavlii L. proposed obtaining a catalyst by components co-deposition with improvement of the sediment washing process, which increases the catalyst activity and makes it possible not to carry out the desulfurization process [1]. Alexander A.-M. with co-authors made changes to the method of the catalyst calcination, using an inert atmosphere, and changed the shape of its granules [2]. The author Bychko I. with colleagues proposed obtaining a catalyst based on zirconium oxide with small additions of cuprum, ferrum, and cerium oxides. This makes it possible to carry out the CO shift conversion process in one stage [3]. The inventor Karpovich I. with co-authors changed the temperature intervals of the catalyst heating and activation processes for low-temperature CO shift conversion. Such a technical solution allows to increase the activity of such a catalyst [4]. The author Stryzhak P. together with colleagues proposed a new composition of the low-temperature CO shift conversion catalyst, as well as a method of co-deposition of components to increase its activity [5]. The author Harmash B. with co-authors proposed a method of obtaining a high-temperature CO shift conversion catalyst from TiO_2 production waste by the method of co-deposition of components with a special technology of washing the precipitate [6]. The researcher Sincheskul O. together with colleagues proposed changing the starting raw material of the catalyst and a new method of its recovery, using $C_6H_{12}N_4$ instead of the gas containing CO та H_2 [7, 8].

References:

1. Method for preparing a synthesis gas conversion catalyst and a synthesis gas conversion method: pat. 798135 Ukraine : B01J 23/80, B01J 37/03, C07C 1/04. № a 2007 08707 ; app. 30.07.2007 ; publ. 10.02.2009, Bul. № 3. 5 p.

2. Water Gas Shift Catalyst : pat. 123999 Ukraine : C01B 3/16, B01J 23/70, B01J 35/10, C01G 37/02, C01G 45/02, C01G 49/02, C01G 49/06, C01F 5/02, C01F 7/02, C01G 3/02. № a 2018 05845 ; app. 14.10.2016 ; publ. 07.07.2021, Bul. № 27. 14 p.

3. Steam reforming catalyst of carbon monoxide : pat. 60805 Ukraine : B01J 21/00, B01J 23/10, B01J 23/72, B01J 23/745. № c2 2001 106851; app. 09.10.2001 ; publ. 15.06.2005, Bul. № 6. 4 p.

4. Method for activation of low-temperature catalyst for conversion of carbon oxide : pat. 47282 Ukraine : B01J 37/18, B01J 37/16. № a201402830 ; app. 07.09.2012 ; publ. 12.01.2016, Bul. № 1. 7 p.

5. Method of producing a catalyst of steam conversion of carbon monoxide : pat. 97954 Ukraine : C01 B3/12, C01B3/16, C01B3/58, C01B31/20, C10K1/00, B01J33/00. № u 2014 11945 ; app. 04.11.2014 ; publ. 10.04.2015, Bul. № 7. 4 p.

6. Process for preparing iron-chrome catalyst of medium temperature conversion of carbon monoxide : pat. 81030 Ukraine : B01J 23/86, B01J 23/885. № u 2012 05682 ; app. 10.05.2012 ; publ. 25.06.2013, Bul. № 12. 9 p.

7. Method of producing middle-temperature conversion of carbon oxide (II) by water steam : pat. 62472 Ukraine: B01J 23/885. № u 2011 02440 ; app 01.03.2011 ; publ. 25.08.2011, Bul. № 16. 3 p.

8. Process of preparation catalyst for medium temperature conversion of carbon oxide (II) with water steam : pat. 37401 Ukraine : B01J 23/885. № u 2008 08148 ; app 17.06.2008 ; publ. 25.11.2008, Bul. № 22. 3 p.

ECOLOGICAL ASPECTS OF THE CEMENT PRODUCTION

Borysenko O.M., Butorina D.D.
National Technical University
«Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Cement is one of the most widely used building materials in the world due to its versatility, strength and durability. The growth in demand for cement is associated with the active development of infrastructure and urbanization, which is especially noticeable against the background of global population growth. However, its production has a significant negative impact on the environment, as it is one of the main sources of greenhouse gas emissions and consumes significant amounts of energy.

The cement production process involves burning limestone, which releases large amounts of carbon dioxide. In addition, fossil fuels are traditionally used to maintain high temperatures in the kilns, which also causes significant CO_2 emissions. Air pollution is compounded by emissions of nitrogen and sulfur oxides, as well as the formation of fine dust, which negatively affects air quality and human health.

The cement industry is also characterized by a high level of consumption of natural resources. The extraction of limestone, clay and other minerals changes natural landscapes, causes soil erosion and threatens biodiversity.

In the context of increasing attention to sustainability issues, finding ways to reduce the negative impact of cement production is an important task. Manufacturers are increasingly turning to alternative energy sources, such as biomass or waste, which allows them to reduce fossil fuel consumption. Carbon capture and storage technologies are being introduced, which allows them to reduce emissions. A common approach is the use of mineral additives, such as slag or fly ash, which can partially replace clinker and thereby reduce the carbon footprint of cement.

Optimization of production processes and modernization of equipment contribute to reducing energy consumption. The use of modern heat exchange systems allows for more efficient use of energy, and the use of innovative flue gas cleaning methods helps minimize pollution. In addition, new types of cement are being actively researched, in particular geopolymer cement, which has a significantly lower impact on the environment.

At the state level, more and more attention is paid to environmental standards. In Ukraine, the environmental modernization of the cement industry is an important stage on the way to harmonization with European standards and fulfilment of international obligations in the field of greenhouse gas emission reduction. In accordance with the strategic directions of development, a gradual transition to more environmentally friendly production technologies is envisaged.

The future of the cement industry depends on its ability to balance growing construction needs with environmental concerns. Innovative solutions, improved production efficiency and the introduction of alternative materials offer opportunities for sustainable development.

THE ECOLOGICAL COMPONENT OF THE PRODUCTION OF REFRACTORIES

Borysenko O.M., Maksymenko D.V.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

The production of refractory materials plays a key role in the metallurgy, cement, glass and ceramic industries, as it provides protection for equipment operating at extremely high temperatures. However, this sector has a significant environmental impact due to the intensive consumption of natural resources, high energy costs and the generation of industrial emissions.

The main raw materials for refractories are fireclays, magnesite, bauxite and other minerals, the extraction of which entails changes in the natural landscape and disruption of ecosystems. Quarrying is accompanied by deforestation, soil erosion and pollution of water resources. Additional burden on the environment is created by waste from processing raw materials, which often contain toxic compounds and require special disposal methods.

The refractory manufacturing process involves firing at high temperatures, which requires significant amounts of energy. The use of traditional fuel sources such as coal and natural gas results in emissions of carbon dioxide, sulfur dioxide, and nitrogen oxides. These substances contribute to climate change, acid rain, and air pollution. In addition, the processes emit fine particles that impair air quality and may pose a health risk to workers and residents of nearby areas.

To reduce its environmental impact, the industry is gradually introducing more sustainable technologies. The use of secondary raw materials, such as recycled refractory waste, reduces the consumption of natural resources and reduces the volume of industrial waste. The introduction of energy-efficient technologies, including improved furnaces and heat recovery systems, reduces overall energy consumption and reduces emissions of harmful substances.

One of the promising areas is the replacement of traditional carbon-containing fuels with alternative energy sources, including hydrogen and electricity from renewable sources. The use of modern gas cleaning and filtration systems allows minimizing emissions of solid particles and toxic gases, which significantly improves the environmental performance of production.

The future of refractory production involves balancing industrial needs and environmental challenges.

SUSTAINABLE DEVELOPMENT IS A KEY TREND IN PRODUCTION

Borysenko O.M., Yevtushenko O.O.
National Technical University
«Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

The modern world is facing unprecedented challenges related to the ecological crisis, depletion of natural resources and growing social disparities. In this context, the manufacturing sector plays a decisive role in shaping a sustainable future, as it is industry that is one of the largest consumers of resources and a source of significant environmental impact. The implementation of sustainable development principles in production is becoming not just a positive trend, but a necessary condition for long-term economic growth, social stability and environmental security.

Manufacturing has historically been associated with intensive use of natural resources and significant levels of environmental pollution. However, as technology advances and societal priorities shift, companies are increasingly focusing on minimizing the negative impact of their operations.

In addition to the environmental aspect, sustainable development in production is closely linked to social issues. Companies that adhere to the principles of social responsibility not only gain the trust of consumers, but also create a favourable environment for their employees and local communities.

Although implementing sustainable practices requires initial investment, in the long term they bring significant economic benefits.

Optimizing resource use can significantly reduce raw material and energy costs. For example, companies that invest in water reuse systems or implement energy efficiency technologies can significantly reduce their operating costs.

Brands that demonstrate their responsibility to society and nature gain greater consumer acceptance. Research shows that modern buyers are willing to pay more for products that are produced in compliance with environmental standards and social responsibility. At the same time, businesses that do not adapt to change risk losing competitive positions and facing reputational risks.

A separate aspect is legislative requirements. Governments are increasingly imposing strict environmental and social standards on businesses, and failure to comply with these requirements can result in fines, lawsuits, and restrictions on access to international markets. Therefore, companies that are ahead of these changes and adapt to new realities gain a strategic advantage.

The trend towards sustainable development in production is only gaining momentum, and in the future this approach will become a mandatory norm for all enterprises. Technological improvements, growing demand for environmentally friendly products and tightening regulatory requirements will stimulate companies to even more actively implement environmental and socially responsible solutions.

Successful development of production in the 21st century is impossible without integrating the principles of sustainability. This is not only a matter of corporate responsibility, but also a key factor for business survival in the new economy.

ADVANCED PROFESSIONAL TRAINING PECULIARITIES FOR FUTURE OIL AND GAS SPECIALISTS

[1]Bukhkalo S.I., [2]Aheicheva O.O., [3]Cmyhun F.R.
[1]National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv
[2]National University Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic
[3]Poltava Oil and Gas College, Poltava

Advanced professional training for future oil and gas specialists focuses on equipping individuals with the skills, knowledge, and competencies required to excel in the industry. This training often combines theoretical instruction with practical, hands-on experience. The oil and gas industry is continually evolving, driven by technological advancements, environmental considerations, and market dynamics. Future oil and gas specialists must develop a combination of advanced professional skills to thrive in this competitive and changing field. The oil and gas industry is rapidly evolving, driven by technological advancements, stringent environmental regulations, and a growing focus on sustainable energy practices. For future professionals in this field, mastering advanced skills is not only advantageous but essential for career success and industry innovation.

These advanced professional skills include technical expertise in exploration, drilling, production, and processing, coupled with a strong foundation in data analytics, artificial intelligence, and machine learning applications. Equally important are soft skills such as leadership, adaptability, critical thinking, and effective communication, which enable professionals to thrive in multidisciplinary and multicultural environments. https://doi.org/10.20998/2220-4784.2020.06.13

Future oil and gas specialists must also prioritize sustainability by integrating green technologies and practices to minimize environmental impact while maximizing operational efficiency. As the energy sector continues to transition, professionals equipped with these skills will play pivotal roles in driving innovation and ensuring a balance between energy demands and ecological preservation. https://doi.org/10.20998/2220-4784.2021.01.11 https://doi.org/10.20998/2220-4784.2021.02.12

In conclusion, the cultivation of advanced professional skills will empower future oil and gas specialists to address the challenges of a dynamic industry, foster sustainable development, and lead transformative initiatives that shape the global energy landscape. https://doi.org/10.20998/2220-4784.2022.01.11 https://doi.org/10.20998/2220-4784.2022.01.12 https://doi.org/10.20998/2220-4784.2022.02.03 https://doi.org/10.20998/2220-4784.2022.02.10

References:

1.Бухкало С.І. Комплексні системи викладання дисципліни основи проектування обладнання хімічних виробництв як співпраця асоціацій EFCE та CFE-UA Вісник НТУ «ХПІ». 2022. № 2 (1364), с. 13–22.

2. Зезекало І.Г., Іваницька І.О., Агейчева О.О. Основні принципи відновлення продуктивності свердловин закольматованих у процесах буріння та експлуатації методом кислотних обробок. Вісник НТУ «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ», 2020. – № 6 (1360). – С. 90–94.

DEVELOPMENT AND ADVANCEMENT OF POLYMER CONCRETE WAREHOUSES FOR OPERATION IN AGGRESSIVE ENVIRONMENTS

Derius D.V., Karev A.I., Cherkashina G.M.
National Technical University
"Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

Among the largest producers of polymer concrete, one of the first places is the life-saving industry. The widespread use of polymer concrete in everyday life is not only due to its high chemical resistance, but also to its decorative power, as well as the equal ease of curing, manufacturability and high mechanical displays. Modern polymer concretes are effective chemically resistant materials, in some stages the mineral filling reaches up to 90 – 95 %, instead of the polymer binder it becomes less than 5 – 10 % mortar mixture for polymer concrete. A high level of surface allows you to reduce shrinkage and significantly increase the elastic modulus, which allows you to set polymer concrete in load-bearing structures. The choice of a specific type of polymer binder is determined by the nature of the aggressive medium, the benefits of value, manufacturability and economic efficiency. Research shows that the skin type polymer provides a different level of resistance to the most common types of chemical aggression.

Particular attention is paid to the modification of polymer concrete through the introduction of various filling materials, such as quartz sand and granite crushed stone of various fractions, basalt fiber, as well as special additives, such as andesite minerals, which enhance their chemical resistance and other performance characteristics. The correct selection and composition of the components of the polymer concrete mix is a key factor for ensuring the durability of the structure in aggressive minds.

A new, resistant to aggressive media warehouse for polymer concrete based on ED-20 has been installed and divided. Divided warehouse for polymer concrete:
1) epoxy oligomer grade ED-20 – 100 - 110 parts by weight; 2) amine hardener UP-0633 M + PEPA – 20 - 22 parts by weight; 3) andesitic boron – 125 - 138 parts by weight; 4) quartz sand (fraction 0.5 - 2 mm) – 150 - 165 parts by weight; 5) crushed stone (three fractions from 5 to 40 mm) – 410 - 420 parts by weight; 6) furfural acetone oligomer – 5 - 15 parts by weight.

From the dismantled polymer concrete warehouse, 8 cube-shaped cubes with dimensions of 10x10x10 cm were prepared to determine the space between them when compressed. Mind conservation: 1) natural conservation of 4 control specimens in the laboratory for normal minds; 2) entrapment of 4 sparks in an aggressive medium for investigation in real-life exploitation.

INNOVATIVE APPROACHES TO ENRICHING BEER WITH FUNCTIONAL INGREDIENTS BASED ON PROPOLIS

Didukh D., Belinska A.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

With the growing demand for natural and health-oriented beverages, modern brewing faces the challenge of combining traditional taste with added biological value. One promising direction is the introduction of propolis, a natural bee product known for its antioxidant, antimicrobial, and anti-inflammatory properties, into the brewing process. Recent studies highlight its potential to bridge the gap between conventional brewing and functional food trends, addressing consumer demands for both flavor and health benefits.

The aim of this study is to scientifically justify the use of propolis as a functional additive in pale beer production and to assess its impact on the physicochemical and sensory characteristics of the final product. Specifically, we evaluate how propolis influences key parameters such as pH, turbidity, phenolic content, and shelf-life extension, providing a holistic view of its technological applicability. The research explores biotechnological aspects of propolis dosing, extraction methods, active compound stability in the brewing environment, and flavor profile modulation. Advanced HPLC-MS analysis reveals that propolis introduces bioactive flavonoids and caffeic acid derivatives, which remain stable during fermentation and pasteurization. Our optimized ethanol-water extraction protocol maximizes polyphenol yield while minimizing undesirable waxes, achieving 85 % bioactive retention post-processing. Sensory analysis confirms that, when used in optimal concentrations, propolis contributes a subtle herbal note without overpowering the beer's characteristic taste. A trained panel noted enhanced complexity in aroma, with 78 % approval rates for balanced bitterness and a honey-like aftertaste in pilot batches. Preliminary results show that propolis increases the antioxidant capacity of beer, reduces the need for synthetic preservatives, and supports the development of innovative, health-oriented craft beverages. Microbiological testing demonstrates a 2-log reduction in spoilage bacteria, confirming its role as a natural preservative. This approach aligns with current trends in clean-label product development and functional brewing. The study's findings could redefine craft beer innovation, offering a template for merging ancient remedies with modern biotechnological precision to meet the evolving demands of health-conscious consumers.

References:

1. Bankova, V., Popova, M., & Trusheva, B. (2021). New emerging fields of application of propolis. *Natural Product Communications*, 16(6), 1–10.

2. Kujumgiev, A., Tsvetkova, I., Serkedjieva, Y., Bankova, V., Christov, R., & Popov, S. (1999). Antibacterial, antifungal and antiviral activity of propolis of different geographic origin. *Journal of Ethnopharmacology*, 64(3), 235–240.

ANODE PROCESSES IN THE ELECTROCHEMICAL SYNTHESIS OF PERACETIC ACID

Dubrovskyi V.S., Ivaniuchenko V.V., Tulsky G.G.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Peracetic acid (PAA) is an organic peroxyacid that is widely used as a disinfectant and sterilizing agent in medicine and the food industry; as a pasteurizer in breweries and wineries; as a bleaching agent in pulp and paper and textile production; in the chemical industry for the synthesis of epoxy compounds.

The electrolytes were prepared from concentrated acetic and sulfuric acids. Polarization measurements were performed using an MTech SPG-500S potentiostat in an electrochemical cell at a temperature of 291...295 K. The working surface of the platinum electrode was polished, and the back and end sides were insulated with a polymer coating. The platinum anode had an oxide film formed on the working surface. The auxiliary electrode is platinum. The reference electrode is silver chloride.

The electrolysis of aqueous acetic acid solutions involves the following combined processes:

$$CH_3C(=O)OH + H_2O = CH_3C(=O)OOH + 2H^+ + 2e^-$$

The processes of electrochemical formation of hydrogen peroxide and PAA are combined or even related. The range of potentials for electrochemical synthesis of hydrogen peroxide coincides with the potentials for electrochemical formation PAA (E_{CH_3COOH/CH_3COOOH} = 1,689 В).

The adsorption of acetic acid and promoters of peroxy-group formation was studied by the method of charging curves on the surface of the Pt/PtO electrode.

The results revealed that the potential shift to the electropositive region leads to a continuous increase in the adsorption of acetic acid along with an increase in the charge of the platinum surface. A continuous increase in the adsorption of Cl^-, Br^-, and I^- ions with increasing surface charge of platinum is established upon shifting the electrode potential toward the electropositive region. It was observed that the adsorption of CNS^- ions on the potential has a maximum at ≈ 1.85 V. A further decrease in the adsorption of CNS^- ions is associated with a stronger adsorption of their oxidation product, CN^-. The anions were found to influence the electrode surface in the following order: $CNS^- > Cl^- > Br^- > I^-$. For the electrochemical synthesis of peracetic acid, it is advisable to use Cl^-, Br^-, and I^- additives, as they increase the current yield of the target product compared to the starting solution. The most effective of them is Cl^-, since the current efficiency of the PAA was 17.8 %.

The CNS^- additive was not effective as a promoter, which is explained by the low stability of CNS^- ions on the surface of the platinum electrode in the region of high anode current densities.

The process of electrochemical formation of PAA proceeds through the stage of adsorption of acetic acid on the surface of the Pt/PtO electrode. A scheme of the stage of adsorption of acetic acid at the electrode-electrolyte interface is proposed.

PLANT METABOLIC ENGINEERING AS A PROMISING METHOD FOR ALKALOID PRODUCTION

Ivanov A.R., Masalitina N.Yu., Bliznjuk O.M.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Alkaloids are important pharmacologically active compounds widely used in medicine as analgesics, antitumor agents, antimalarial drugs, and neurotropic medications [1]. Their synthesis in natural plant systems is typically limited due to low biomass content, seasonality, and dependence on climatic conditions. In this context, the use of metabolic engineering methods aimed at optimizing alkaloid synthesis directly in plant cells becomes highly relevant. Metabolic engineering involves the rational modification of metabolic pathways in plant cells to increase the production of desired compounds.

Literature analysis has shown that the main strategies include: overexpression of enzymes catalyzing key reactions in alkaloid biosynthesis; introduction of foreign genes encoding enzymes from alternative pathways; suppression of competing metabolic branches; and redesign of regulatory elements using CRISPR/Cas systems [1–3]. Tropane alkaloids, in particular hyoscyamine and scopolamine, are valuable pharmacological substances with anticholinergic effects that are widely used in neurology and ophthalmology. Naturally, scopolamine is present in *Atropa belladonna* in only trace amounts, with hyoscyamine being the predominant alkaloid. An essential step in the biosynthesis of scopolamine is the enzyme hyoscyamine 6β-hydroxylase (H6H), which catalyzes the hydroxylation of hyoscyamine into scopolamine [2].

Literature analysis has shown that overexpression of the H6H gene in transgenic lines of *Atropa belladonna* significantly increases the conversion of hyoscyamine into scopolamine, leading to a higher final content of the latter in the plant. This approach not only optimizes the qualitative composition of the alkaloid profile but also makes the production of scopolamine more economically feasible. This example demonstrates the effectiveness of a single-point modification of a biosynthetic pathway to obtain a more pharmacologically valuable product by converting a dominant precursor.

Thus, plant metabolic engineering is a promising direction for the scalable biosynthesis of alkaloids, potentially reducing dependence on traditional medicinal plant cultivation. Future efforts in this field may focus on optimizing the regulation of metabolic pathways, improving the resistance of transgenic plants, and scaling up production processes for industrial application [2].

References:

1. Atanasov, A.G., Zotchev, S.B., Dirsch, V.M. // Natural products in drug discovery: advances and opportunities / Nature Reviews Drug Discovery. 2021. 20: 200–216.

2. Verpoorte, R., Van der Heijden, R., Van Gulik, W.M., Ten Hoopen, H.J.G. // Alkaloid biosynthesis and the use of metabolic engineering in plants. In: The Alkaloids / Brossi, A. (Ed.). New York: Academic Press. 1991. 40: 2–187.

3. Nakagawa, A., Minami, H., Kim, J.-S., Koyanagi, T. // A bacterial platform for fermentative production of plant alkaloids / Nature Communications. 2011. 2(1): 326.

INFORMATION SECURITY OF SOCIETY

Hryhorieva Ye.S, Sapehina I.O., Cnernolohov R.O., Knysh V.M.
Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv

Any society has always used four main resources for its development: natural, labor, capital, and information. Information reflects the degree of ordering of the system.

According to [1], the amount of information depends on the state, stability of any system. Information is closely related to entropy. Entropy is the degree of ordering of a system or a measure of chaos [2].

Thus, it is energy that organizes any system. Energy in "pure", free form does not exist, it is only a characteristic characteristic of the state of a certain object, the result of transformations in it in interaction with other objects. The concept of different types of energy - chemical, biological, mechanical, mental - is only a conventional mark of systems, objects where transformations, changes occur. Often in the information space nonsense is said, but it is used to cause real harm, ridding society of non-existent problems. Thus, deceiving, misinforming, committing such actions have personal material profit from it.

The life of modern society, man, as never before, is based on information relations, where modern uniform electronic technologies are used. This contributes to the spread of information technology in scientific, economic, banking networks.

In many countries has formed information law, which is connected with other spheres - constitutional, civil, economic, environmental, criminal, and regulating information relations in society.

In particular, there is a problem of confidentiality of information, which is concentrated in electronic media. The UN General Assembly Resolution on Information Security was adopted in 1998 [3].

Where it is emphasized that information technologies can adversely affect the security of states, disorganizing both civil and military sectors. An important document of international importance in this area is the Okinawa Charter on Global Information Society [4].

References:

1. Мельник А. О., Голембо В. А., Бочкарьов О. Ю. Наукова спадщина засновника кібернетики Норберта Вінера. Комп'ютерні системи і мережі, 2019. Т. 1, № 1. *https://science.lpnu.ua/uk/csn/vsi-vypusky/vypusk-1-nomer-1-2019/naukova-spadshchyna-zasnovnyka-kibernetyky-norberta-vinera*

2. Ентропія джерела інформації: веб-сайт. https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/firen/6bilynskyj_elektronni_systemy/22.htm

3. Developments in the field of information and telecommunications in the context of international security : website. https://disarmament.unoda.org/ict-security/

4. *https://archive.unescwa.org/okinawa-charter-global-information-society*

TECHNOLOGY FOR PRODUCING COMPLEX-PROFILE PRODUCTS BASED ON RADIOTRANSPARENT CERAMICS

Fedorenko O.Yu., Kryvobok R.V., Voloshchuk V.V., Kryvobok N.A., Pitak Ya.M., Hlinskyi D.Yu.

National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

One of the priority areas of modern scientific research related to supporting the national security and defense capability of Ukraine is the creation of new functional materials based on ceramic compositions, as well as improving the technologies of their synthesis and formation in order to manufacture products for use in structural elements of modern military equipment operating in extreme conditions of temperature, pressure, and aggressive environments.

The work considered the technology for producing complex-profile ceramic products based on barium, strontium aluminosilicates and zinc silicate, and also determined rational methods for shaping semi-finished products.

The samples were manufactured using a two-stage ceramic technology, which included the following stages: the first stage is the synthesis of the target phase under specified technological parameters, the second stage is grinding of the synthesized material, manufacturing of a semi-finished product and firing at temperatures of 1200…1350 °C for 2…4 hours (depending on the selected phase).

Three molding methods were chosen for the research: semi-dry pressing, slip casting, and 3D printing. For semi-dry pressing, the synthesized crushed material was moistened with a CMC solution to a total mass humidity of 7…8%, pressed at a pressure of 20 MPa, however, the main disadvantage is the complexity of manufacturing the necessary molds and the limitation of the final geometry of the products.

To manufacture samples using 3D printing, the synthesized material was introduced into a polymer matrix and thoroughly mixed, samples were formed from the resulting mass by extrusion and dried until solidification. The main disadvantages of this method are increased porosity and reduced strength characteristics of the products due to the presence of clay components.

To obtain semi-finished products by the slip casting method from the synthesized crushed material, a ceramic slip with a humidity of 30% was prepared with the addition of a diluent in an amount of 0.1% by dry weight, the finished suspension was poured into plaster molds and left for a day for the shard to set, after which the workpiece was removed from the mold and dried to a residual humidity of > 1%.

According to the results of the conducted research, it was determined that the best properties were obtained by samples obtained by the slip casting method, which had the following indicators: water absorption – 1...2%, porosity – 1.5...3%, apparent density – 2.5...2.6 g/cm^3.

The research was carried out with the grant support of the National Research Foundation of Ukraine within the framework of the project 2023.04/0117 "Technology for manufacturing ceramic radio-transparent windows for antenna-waveguide systems of modern radio-controlled rocketry".

CHOICE JUSTIFICATION OF THE POLYMER COMPONENT FOR HYBRID RADIO-ABSORBING COMPOSITES

Fedorenko O.Yu., Ligezin S.L., Hrebeniuk O.O., Konev O.V.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

The composition of the matrix in hybrid radio-absorbing composites critically affects their electromagnetic properties. Therefore, its selection should be based on an analysis of dielectric characteristics ($\varepsilon = 4–10$, $tg\delta > 0.05$), mechanical properties, thermal stability, resistance to atmospheric influences, as well as application process ability, cost, and availability. The matrix of a composite radio-absorbing paint must support the dielectric and magnetic losses of the fillers, ensure uniform distribution of microspheres, and possess high strength and thermal resistance.

Potential polymer matrices considered included polyurethane, polyvinyl chloride, as well as epoxy, phenol-formaldehyde, and silicone resins. The methodology for assessing the feasibility of using specific polymers consisted of several stages:

- Evaluation of the compatibility between cenospheres and the polymer matrix based on adhesion indicators and dispersion stability;
- Assessment of the absorption efficiency of coatings obtained using different polymer compositions and microspheres containing maghemite, hematite, and hercynite as fillers were carried out using the impedance matching formula**.**

As a result of the research, it was concluded that epoxy resin and polyurethane-based matrices are compatible with ferromagnetic and conductive fillers, enable the production of highly filled composites (~50 %), and are easy to mix, apply, and cure. At the same time, the polyurethane-based matrix is electrically neutral ($\varepsilon \sim 3.0–3.5$, $tg\delta \sim 0.01$), which does not reduce the effectiveness of dielectric, magnetic, and conductive filler losses. Polyurethane provides the matrix with high elasticity, strength, and resistance to moisture, UV radiation, and oxidation. Given the compatibility requirements with fillers, the modification of the polyurethane composition should focus on increasing adhesion to graphene, which can be achieved by adding silane compounds.

In turn, the epoxy resin matrix, with similar dielectric characteristics ($\varepsilon \sim 3.5–4.0$, $tg\delta \sim 0.02$), exhibits greater strength but moderate elasticity. Epoxies ensure strong bonding with oxide compounds due to the chemical interaction between the resin's hydroxyl groups and the microsphere surfaces. To improve adhesion to graphene, surface silanization is advisable.

Thus, polyurethane is more suitable for producing elastic coatings intended for the protection of flexible surfaces. Meanwhile, epoxy resin represents a compromise between mechanical properties and electromagnetic performance.

The obtained data have been verified through the study of coating properties and validated in practical use within composite coatings for the aerospace industry.

EVALUATION OF THE RADIO ABSORBING PAINT EFFECTIVENESS

Fedorenko O.Yu., Ligezin S.L., Monakhov S.V., Ksenofontov D.
National Technical University
«Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Radioabsorbing materials (RAM) have specific dielectric characteristics that ensure effective absorption of electromagnetic radiation, the main of which are the complex dielectric and magnetic permeability ($\varepsilon = \varepsilon' - j\varepsilon''$, $\mu = \mu' - j\mu''$), the tangent of the dielectric and magnetic loss angle ($tg\delta_e = \varepsilon''/\varepsilon'$, $tg\delta_m = \mu''/\mu'$), as well as the reflection coefficients (R) and absorption (A) of electromagnetic radiation (EMR).

Unlike typical radio-absorbing composites containing carbon nanostructures, ferrites, or metals as fillers in the polymer matrix, using technogenic microspheres extracted from ash waste of thermal power plants in this role is promising. Previous studies have established that because of the heat treatment of cenospheres, maghemite (γ-Fe_2O_3), hercynite ($FeAl_2O_4$), hematite (α-Fe_2O_3), and spinel $MgAl_2O_4$ phases are synthesized in their shell. Hybrid paints with such cenospheres can absorb EMFs through key mechanisms:

- The content of hematite and spinel will contribute to absorption due to interfacial and ionic polarization;
- Maghemite and hercynite, which have pronounced magnetic properties, enhance absorption due to magnetic losses and resonance;
- Multiple reflections of waves from the microsphere's surface increase losses due to an increased wave path length inside the composite and their diffuse scattering.

In addition, the presence of spinel with magnetic and dielectric losses will expand the frequency range at which the cenosphere-containing paint will be an effective EMF absorber. Therefore, it can be assumed that the structural and phase features of composites containing heat-treated cenospheres should provide effective shielding of radio waves and a wider range of absorption frequencies due to the combined absorption of EMF's electric and magnetic components.

To test these assumptions, a predictive assessment of the effectiveness of a hybrid paint based on polyethylene terephthalate (PET), which contains 50 % of heat-treated spheres at a layer thickness of 2 mm, which promotes resonant absorption by the quarter-wave mechanism and is typical for single-layer coatings, was carried out. For this purpose, calculations of the wave impedance (Z), reflection coefficients (R), and absorption (A) were carried out at a radio frequency of 10 GHz, as is typical for modern radar systems. At this coefficient of wave transmission through the polymer matrix, T=0. According to the results of calculations, it was determined that the hybrid paint of the actual composition R=12 % (i.e., absorbs 88 % min).

To improve the protective effect of the radio-absorbing paint, it is advisable to introduce 8 – 10 % of a modified additive of a mixture of graphene, graphite oxide, and nanometric nickel. At the same time, changing the ratio of the components of the complex additive allows you to change the absorption frequency range from low-frequency (300 MHz – 2 GHz) to high-frequency (18 – 40 GHz), as well as obtain paints that absorb waves in a wide range (300 MHz – 40 GHz), which are effective for radar masking of equipment, as well as a solution for protection against electromagnetic interference.

CONSTRUCTION OF A STRUCTURAL SCHEME FOR OBTAINING SUGARSYRUP BY HOT METHOD IN KVASI PRODUCTION

Gaponova O.O., Kotelevets V.O.
National Technical University
"Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

The paper considers the issue of compiling a structural diagram for obtaining sugar syrup, which is widely used in the food industry.In the production technology of carbonated fruit drinks, it is used to make blends, commercial syrups, and fermentation kvass. When boiling using the hot method, the process of obtaining sugar syrup includes the following stages: dissolving sugar in water, boiling the aqueous sugar solution, filtering and cooling the syrup.

Based on a general description, sugar syrup production can be represented by various visual models: functional, structural, technological, and operator diagrams. Such diagrams provide a general idea of the operating process in the form of graphs or drawings. Each of the graphic models describes the production of sugar syrup in the production of kvass in a different way. The choice of model depends on the purpose of displaying the object.

The structural diagram consists of blocks depicting common elements of production and technological connections between them, indicating the direction of movement of material and energy flows. It is advisable to use it at the stage of development or modernization of individual stages of production; it clearly reflects the flows between elements. The following structural scheme for obtaining sugar syrup is proposed, which is presented in Fig. 1.

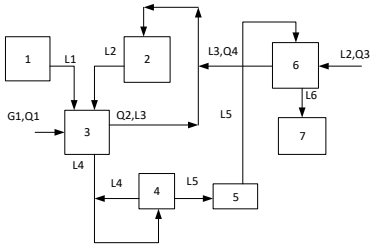


Fig. 1. - Structural diagram of obtaining sugar syrup by the hot method.

Where: 1-weight collector of sugar; 2- measuring collector of water; 3- syrup-making apparatus; 4- filter; 5- pump; 6-heat exchanger (refrigerator); 7-measuring collector of syrup; G1 -heating steam; L1-sugar; L2 -water; L3 -condensate; L4 -sugar syrup; L5 -filtered syrup; L6 -cooled syrup; Q1, Q2 - energy flows of the coolant; Q3, Q4 - energy flows of the coolant.

Granulated sugar is fed into weighing collector 1. Filtered drinking water enters measuring collector 2, and then syrup making machine 3. The syrup is brought to a temperature of 100 degrees and boiled. At the same time, the required amount of water evaporates and the concentration of the syrup increases. The apparatus is heated by steam. After boiling (evaporation), the syrup is filtered through filter 4. Filtered hot sugar syrup with a concentration of 60 – 65 % is fed by pump 5 to heat exchanger 6 for cooling. Sugar syrup cooled to a temperature of 100C enters the measuring collector 7 and is then sent to the preparation of fermentation kvass or the production of beverages from bread raw materials.

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR THE PRODUCTION OF SUPERCRITICAL CO_2 EXTRACT OF BLACK PEPPER

Getman P.V., Piven O.M.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Various spice extracts are used in the production of meat products: oleoresins, which are obtained using organic solvents; essential oils, which are extracted with hot water vapour; extracts obtained with carbon dioxide in subcritical (liquid extraction) and supercritical (fluid extraction) conditions. CO_2 extracts can be used in natural products produced according to the «clean label» concept and can replace oleoresins and synthetic flavours. The recent increase in the use of carbon dioxide extracts is due to the growing demand for products with a natural composition, therefore, Ukrainian producers follow this trend, and domestic scientists take part in the corresponding developments.

The work deals with the issue of obtaining a natural and environmentally friendly CO_2 extract of black pepper using supercritical carbon dioxide with a yield that will ensure the economic feasibility of processing raw materials. Black pepper (Piper nigrum), originating in Vietnam, whole, processed, germ reduced, was selected for the study. The raw materials were ground using a roller grinder R6-VS.185x170 (Mogilev-Podolsk Machine-Building Plant, Mogilev-Podolsk, Ukraine). The extraction was carried out on a pilot supercritical extraction unit UE 12.12.400-2 (Tekharm LLC, Lviv, Ukraine) for 3 hours. Based on [1], it was assumed that the following factors have the greatest influence on the extract yield: pressure (P), temperature (T), and particle size of the raw material after grinding (Dp). The corresponding intervals of variation of technological factors of CO_2 extraction were selected for planning experiments, the results of which are shown in Table 1.

Table 1 - Influence of technological parameters of CO_2 extraction on the extent of extraction of black pepper extractive substances.

№	1	2	3	4	5	**6**	7	8
P, MPa	12	18	12	18	12	**18**	12	18
T, °C	35	35	45	45	35	**35**	45	45
Dp, mm	0,5-0,7	0,5-0,7	0,5-0,7	0,5-0,7	0,2-0,5	**0,2-0,5**	0,2-0,5	0,2-0,5
Yield, %	3,0	4,3	2,2	3,5	4,5	**6,5**	3,3	5,3

According to the results obtained, the highest yield of black pepper extractive substances is provided by the combination of parameters in experiment №6. In the future, it is planned to conduct a detailed chemical analysis of all the samples obtained.

References:

1. LUCA, Simon Vlad; KITTL, Thomas; MINCEVA, Mirjana. Supercritical CO_2 extraction of spices: A systematic study with focus on terpenes and piperamides from black pepper (Piper nigrum L.). Food Chemistry, 2023, 406: 135090. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.135090.

IMPROVING THE TECHNOLOGICAL SCHEME OF BRIGHT NICKEL PLATING OF ALUMINIUM ALLOY 1560

Kalashnikova D.M., Deribo S.G., Leshchenko S.A.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Before applying galvanic coatings to 1560 aluminum alloy, various technological schemes for surface preparation can be used. Before applying bright protective and decorative coatings, it is necessary to ensure a high surface roughness class. The choice of a degreasing solution depends on the type of grease contamination present and does not have any effect on the subsequent processing technology. The choice of the following process steps can have a significant impact on the adhesion strength of the electroplating to the substrate. The pickling operation cannot be used for polished aluminum alloys, as the surface may lose its luster as a result of this operation. It is possible to improve the surface roughness by chemical or electrochemical polishing, but this will complicate the process too much. Chemical activation is a required operation and can be performed in a solution of H_2SO_4 (20 – 30 g L^{-1}).

Difficulties in the deposition of galvanic coatings on aluminum alloys are associated, on the one hand, with the electronegative potential of aluminum, and, on the other hand, with rapid passivation and the formation of an oxide film on the surface. According to the literature [1], methods to overcome these difficulties are known as special aluminum surface preparation.

Zincate treatment of aluminum cannot be used to prepare polished aluminum because satisfactory adhesion of the coating to the substrate can be achieved only on a matte surface.

Direct deposition of nickel coatings on 1560 aluminum alloy from a special electrolyte has been shown to achieve quite satisfactory results. The electrolyte has the following components: $NiSO_4 \cdot 7H_2O$ (200 g L^{-1}), H_3BO_3 (25 g L^{-1}), NaF (2 g L^{-1}), $K_2S_2O_8$ (2 g L^{-1}). Processing conditions: pH = 4.5 – 5.4; t = 50 °C, J_k = 1.5 A dm^{-2}. After nickel plating, heat treatment was performed at t = 200 °C for 1.5 hours. However, after prolonged use of this electrolyte, more than 10 % of defects were detected, which is an unacceptably high rate.

The anodic oxidation of 1560 alloy in H_3PO_4 (200 g L^{-1}) at T = 20 °C at a voltage of U = 50 V for 10 min provided high-quality adhesion of the coating to the substrate and allowed to maintain a bright surface finish. When using anodic oxidation in phosphoric acid, the preliminary activation step in sulfuric acid can be excluded from the technological scheme of surface preparation.

The need to maintain a high surface shine requires the use of bright nickel plating at the last stage of the operation. The subsequent heat treatment lasting 1.5-2 hours at t = 200 °C helps to reduce internal stresses in nickel coatings and to detect poor adhesion of the nickel coating to the substrate.

References:

1. Якименко Г.Я. Технічна електрохімія. Частина 3. Гальванічні виробництва: підручник / Г. Я. Якименко, В. М. Артеменко; за ред. Б.І.Байрачного // Харків: НТУ «ХПІ», 2006.– 272 с.

ON THE PRODUCTION OF REFRACTORY CEMENTS BASED ON ALKALINE EARTH ALUMINATES

Khrystych O.M., Shabanova G.M.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

The development and introduction of new types of functional materials based on refractory cements is currently a promising task for the cement industry, given the deteriorating environment and the increase in crisis situations associated with high operating temperatures. To create such cement compositions, it is necessary to ensure enhanced technical properties of the resulting materials: strength, refractoriness, durability, and the ability to operate at high temperatures. In recent years, special attention has been paid to the development of binders based on substandard raw materials and chemical waste, which will reduce the cost of the final product and expand Ukraine's raw material base, as well as partially solve environmental issues in the country's industrial regions. Therefore, when studying modern resource-saving technologies using waste as a feedstock, attention is paid to the stability of waste indicators, and it is also taken into account that each type of complex raw material has its own specific economic and technical application.

From the analysis of modern scientific and patent literature on the problem of creating refractory cements, it was determined that for the development of refractory materials based on alumina cements using resource-saving technology when replacing the original raw materials with substandard raw materials, there is a need for a physicochemical substantiation of the coexistence of phases in the composition of the binder, which necessitated the study of the structure of multicomponent oxide systems [1].

The study of a system (Ba, Sr)O - Al_2O_3 based on alkaline earth aluminates is determined to be promising in this aspect. The most thermodynamically stable compounds in the system under study were theoretically determined, and the maximum probability of their existence was determined. These developments can be used in fundamental studies of multicomponent systems, principles of predicting the properties of new refractory non-metallic materials of a given structure and phase composition obtained by targeted synthesis.

On the basis of theoretical studies, the possibility of synthesizing materials for the manufacture of refractory products for high-temperature units of various industries is considered, which also solves environmentally important problems of large-scale utilization of a wide range of waste.

References:

1. Korohodska A.M., Shabanova H.M., Logvinkov S.M. Unshaped refractories in the (Mg, Ca, Sr, Ba)O – Al_2O_3 – Cr_2O_3 system / Monograph. – Chisinau (Moldova): LAP LAMBERT Academic Publishing, 2023. – 326 p.

2. Samchenko, S.V. Krivoborodov Y.R., Burlov I.Y. Usage aluminiferous waste in the production of aluminate cements // 17th International multidisciplinary scientific geoconference – SGEM 2017, Bulgaria, 2017. – vol. 17, issue 62. – pp. 465-472.

INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL MODES ON THE ELASTIC-STRENGTH CHARACTERISTICS OF FDM-PRINTED SAMPLES

Kononenko R., Bliznyuk O., Lebedev V., Voronkin A.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

The influence of technological modes (number of layers and degree of filling) on the change of elastic-strength indicators of FDM-printed samples was studied. The yield and impact strength of samples of polymer material based on PETG were fixed. Optimal printing modes were identified taking into account the orientation of FDM-printing.

Over the past few decades, additive technologies for manufacturing products and structures of various functional purposes have become widespread. This method is most widely used in medicine, aerospace, aviation and automotive industries, electrical engineering, construction industry, etc. Despite all the advantages of the additive approach, for the implementation of products manufactured in this way in the practice of real production, it is necessary to ensure their compliance with the full list of requirements, especially regarding durability.

The additive manufacturing method, regardless of the material used, involves the emergence of emergent properties in the final product that are not inherent in the elements of the system separately. Thus, the performance characteristics of products obtained by the FDM printing method consist not only of the properties of the source material, but also of the printing parameters - nozzle and table temperature, layer thickness, printing speed, direction of layer stacking, their mutual arrangement, etc. Thus, when designing 3D printed polymer products with specified characteristics, the "material - printing parameters" system should be considered as a whole

The following batches of samples were manufactured: samples with thicknesses of 2 layers with grid infill and samples with 2 layers with hexagonal infill. All samples had an infill percentage ranging from 20 % to 80 %. All samples were tested for destructive stress during impact and bending.

The maximum destructive stress values were achieved in samples with two-layer walls and hexagonal infill with a 60 – 80 % infill degree–9,9 kJ/m² for impact and 850 MPa for bending. Among the tested samples, the optimal results were found with a perimeter of two layers and 80 % infill degree using the hexagonal model.

Research shows that as the degree of sample infill increases, both the destructive stress during impact and bending increase, which simultaneously raises the mass of the samples. Comparing different infill types, it can be noted that samples with hexagonal infill demonstrate better results in terms of destructive stress during bending compared to grid infill, as well as slightly higher destructive stress during impact. Increasing the wall thickness from one layer to two significantly enhances the destructive stress in both impact and bending, while also increasing the sample mass, creating a trade-off for achieving greater strength.

DEVELOPMENT OF MISCELLANEOUS AUTHORITIES OF WOOD-POLYMER COMPOSITES IN CHAS

Kopilov S.O., Cherkashina G.M., Bliznyuk O.V., Lebedev V.V.
National Technical University
"Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

In order to identify the influence of operational factors on the complex of strength and operational characteristics of wood-polymer composites (WPC), the developed composites were studied. Based on the requirements for WPC, the strength properties were studied during long-term storage and operation in atmospheric conditions. In WPC, the stabilization period depends on both the curing method and the composition of the WPC. The change in the properties of WPC over time depends on the curing method and confirms the obtained experimental data on the higher degree of curing of the developed WPC. A higher degree of curing contributes to the rapid completion of the relaxation processes occurring in the WPC, and, as a consequence, stabilization of the strength properties. Table 1 presents the physical and mechanical properties of WPC samples after 24 years.

Table 1 - Physico-mechanical power of WPC components after 24 years

Composite	P g/cm^3	A kJ/cm^2	σ, MPa
1	1,084	8,7	21,5
2	1,066	6,4	15,5
3	1,067	6,7	16,5
4	1,068	5,7	16,4
5	1.085	9,27	14,38
6	1,125	8,09	14,60

On the other hand, from the experimental data given in Table 1 it is evident that all the indicators of the properties of the 6 WPC formulations developed by us are high. Moreover, the increased indicators of the strength properties of the developed WPCs are preserved for a long time (45 days). In addition, the strength indicators of the properties of the developed WPCs are stable during long-term storage and operation. A change in the composition of the WPC leads not only to a change in the absolute values of the strength indicators of the WPCs, but also to a change in the period of their stabilization during storage and operation. From the given Table 2 it is evident that the indicators of the strength properties of the developed WPCs after 45 days are quite high.

Table 2 - Physical and mechanical properties of WPC samples after 45 days

Composite	P g/cm^3	A kJ/cm^2	σ, MPa
1	1,084	7,7	22,9
2	1,066	5,4	17,77
3	1,067	5,7	18,58
4	1,068	4,7	16,46
5	1.085	6,56	15,78
6	1,125	8,0	16,81

Thus, developed compositions of WPC, samples of which have high indicators of physical and mechanical properties for 45 days, and there is no tendency for them to decrease. The developed WPC compositions have high performance compared to existing WPCs.

SEGREGATION OF COAL PARTICLES DURING CHARGING INTO COKING TOWER

Koval V.[1], Miroshnichenko D.[2], Avdeyuk I.[2], Miroshnychenko M.[2], Nedbailo S.[2], Ryschenko I.[2]

[1]State Enterprise "Ukrainian State Scientific Research Institute of Coal Chemistry (SE UKHIN)", Kharkiv

[2]National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute," Kharkiv

Objective:

To examine coal segregation by particle size and quality in real industrial conditions at PJSC "ACP."

Relevance:

Provides practical insights from actual plant operations, unlike previous lab-based studies.

Methods:

Standard sampling and analysis techniques (ISO, DSTU) were used for proximate, petrographic, and granulometric analysis.

Setup:

Sampling was conducted over six hours in a two-section coal tower at batteries No. 7 – 8, from rows 1, 4, and 5.

Key

Findings**:** Uneven ash content distribution across particle sizes. The 25 – 50 mm fraction shows the highest variability in ash content (6.8 – 32.1 %). Stable technological properties and granulometric composition during loading, but significant deviations observed in the coal tower's rows. Peripheral rows show greater variability in particle size, volatile matter, and ash content.

Conclusions:

Segregation affects coke quality. Measures are needed to ensure uniform coal charge distribution and improve preparation processes.

Keywords:

coal segregation, ash content, particle size, coal quality, coking plant, industrial conditions.

References:

1. Y. Zhao, X. Yang, Z. // Luo, et al, Progress in developments of dry coal beneficiation, Int. J. Coal Sci. Technol., - 1, - 2014, 103–112.

2. G. L. R. Silva, E. Destro, R. F. Bueno, J. L. de R. Oliveira, R.D. // Assis, Chemical, physical and metallurgical characterization of the granulometric fractions of the coal mixture from Gerdau Açominas, Iron Ore and Raw Materials Reduction Seminar and 10th Brazilian Iron Ore Symposium, Ouro Preto: - 2009, ISSN: 2594-357X. DOI 10.5151/2594-357X-15521, (in Portuguese).

IMPROVING THE ELECTRICAL RESISTIVITY OF BLAST-FURNACE COKE

[1]Koval V., [2]Miroshnichenko D., [2]Soloviov Y.

[1] State Enterprise "Ukrainian State Scientific Research Institute of Coal Chemistry (SE UKHIN)", Kharkiv

[2]National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Abstract:

The study investigates the impact of adding petroleum coke to coal charges on the quality of blast furnace coke, specifically its electrical resistivity. Four charge variants with varying petroleum coke content were analyzed. Adding 5 % petroleum coke increased the orderliness of coke structure, nanostructures, and boosted gross coke output (by 1.3 – 1.4 %). However, it raised sulfur content (by 0.12 – 0.14 %) and decreased ash content (by 0.3 – 0.4 %), while slightly worsening mechanical properties, reactivity, structural strength, and electrical resistivity.

Methods:

Laboratory coking was conducted, followed by analysis of the coke's technological, mechanical, and electrical properties. Electrical measurements were taken using a press installation and specialized matrix to determine the specific electrical resistance of coke powder.

Results:

The best results were obtained using "K" grade coal (Svyato-Varvarynska Coking Plant). A reduction in its share in the charge led to a significant decline in coke quality. The study also highlighted the potential use of coke for the production of nanomaterials (fullerenes, nanotubes) and as micro-additives in construction materials.

Keywords:

Coal charges, petroleum coke, blast furnace coke, electrical resistivity, nanostructures, coke quality.

References:

1. Sakurovs R., Grigor M., Sokolova A., Mata Ya. Effect of high temperature on nanopores in coke. *Fuel*, 2023, vol. 334 (2), pp. 126821. https://doi.org/10.1016/j.fuel.2022.126821.

2. Zhu H., Zhan W., He Z. Pore structure evolution during the coke graphitization process in a blast furnace. *International Journal of Mineral Processing*, 2020, vol. 27, pp. 1226–1233.

PLANNING THE PLACEMENT OF TEMPERATURE MONITORING AND CONTROL DEVICES IN THE PRODUCTION PROCESS OF GENTAMICIN SULFATE

Korsun O.S., Belinska A.P.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

Micromonospora purpurea – gram-positive actinomycetes that serve as the primary industrial producer of gentamicin sulfate, an important broad-spectrum aminoglycoside antibiotic [1]. The production of this antibiotic requires precise control of temperature parameters, as they directly affect enzyme activity, culture growth rate, and biosynthesis productivity. Optimal planning of temperature sensor placement in fermentation systems is a critical factor for ensuring maximum gentamicin yield and process energy efficiency.

In industrial bioreactors for gentamicin sulfate production, various types of temperature sensors (resistance thermometers, thermocouples, infrared sensors) are used to enable continuous temperature monitoring and regulation [2]. The most effective approach is a multi-level control system involving sensor placement in different bioreactor zones: in the upper layer for gas phase temperature control, in the middle layer for culture liquid temperature monitoring, near the walls to prevent local overheating, and in the cooling zone for heat exchange efficiency control. Automated Control Systems (ACS) based on Programmable Logic Controllers (PLCs) allow dynamic temperature regulation by adjusting cooling or heating intensity according to current readings [3]. Such systems employ machine learning algorithms to predict temperature field dynamics and automatically adjust heat exchange regimes.

An important design consideration is the placement of backup temperature sensors and emergency cooling systems. The implementation of computer-integrated monitoring systems with remote control functionality significantly enhances process reliability and efficiency.Research has shown that optimal temperature control device placement combined with modern ACS can increase gentamicin sulfate yield by 18 – 22 % while reducing energy consumption by 12 – 15 %. Further development of these technologies, particularly through artificial intelligence applications for temperature dynamics prediction, opens new prospects for optimizing aminoglycoside antibiotic bioproduction.

References:

1. Xu, F., Hu, K., Mohsin, A., Wu, J., Su, L., Wang, Y., Ben, R., Gao, H., Tian, X., & Chu, J. (2025). Recent advances in the biosynthesis and production optimization of gentamicin: A critical review. *Synthetic and Systems Biotechnology*, *10*(1), 247–261.

2. Rajasekaran, P., & Crich, D. (2020). Synthesis of gentamicin minor components: Gentamicin B1 and gentamicin X2. *Organic Letters*, *22*(10), 3850-3854.

3. Wu, L. L., Chang, Y. Y., Deng, Z. X., et al. (2022). Efficient synthesis of gentamicin and its related products in industrial chassis cells. *Synthetic Biology*, *3*(6), 1277-1291.

TECHNOLOGY FOR PRODUCING ELECTRICALLY CONDUCTIVE CERAMIC MULTILAYER TILE

Kryvobok R.V., Shchukina L.P., Zakharov A.V., Voloshchuk V.V., Baglai V.Yu., Sarai V.V., Permyakov K.V., Humenny I.I.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

The rapid development of modern electronic technologies has contributed to the widespread use of various electronic devices, which has significantly increased the convenience of people's daily lives. However, researchers have discovered their practical impact on society, which is due to the large amount of electromagnetic (EM) waves they transmit into people's living spaces. This leads to the terrible problem of EM interference, which not only causes damage to highly sensitive electronic equipment, but also has a noticeable negative impact on the physical health of biological objects. Therefore, new microwave absorbing materials are highly desirable for scientific and technological development, and composite materials will play a significant and effective role in developing high-performance microwave absorbing materials.

To obtain the samples, the following raw materials were used in the work: a batch for ceramic tiles, SiC and $SrTiO_3$ as conductive and ferroelectric additives. Experimental samples of composite ceramics consisted of three layers and a glaze. The press powder for each of the three layers (layer I – press powder with the addition of SiC, layer II – press powder with the addition of SrTiO3, layer III – press powder without electrically conductive impurities) was mixed separately, using the required amount of starting materials. The weighed components to obtain the charge were moistened, ground in a ball mill, after which the resulting slurry was dried, ground and passed through a sieve No. 05.

At the first stage, the ready-made press powder for the first layer was moistened to 8%, poured into a pressing mold and pressed using a pressure of 5 MPa. Similarly, the second layer was made using a specific pressure of 10 MPa. For the third layer (also with a humidity of 8%), the prepared mixture was evenly poured into the mold and pressed with a pressure of 18–20 MPa.

At the next stage, the formed tile was covered with a glaze. The formed, dried tiles with a glaze were fired in a silite furnace. The performance characteristics that meet the current standards of Ukraine were obtained by the samples using the following technological parameters: temperature rise rate of 10–12 °C/min, firing temperature of 1120–1140 °C, isothermal holding for 20 minutes.

According to the results of the X-ray phase analysis, after firing the tile under the specified technological parameters, the electrically conductive silicon carbide additive is preserved in the first layer in its original form, which is an important factor for protective properties against the effects of electromagnetic radiation by increasing the throughput for electromagnetic waves in the middle layer of the tile.

Further research will be aimed at studying the absorbing properties of the tile by determining the optimal amount of the ferroelectric additive $SrTiO_3$ and improving technological parameters.

ELECTRODEPOSITION OF TIN FROM A LACTATE ELECTROLYTE

Lastovka A.O., Deribo S.H.
National Technical University
"Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

Electrochemical coatings are widely used in electroplating. One of the most in-demand is tin coating, which adheres well to the base metal, is flexible, withstands bending and stamping, and remains stable during screwing.

Tin deposition is typically performed using acidic or alkaline (stannate) electrolytes. The main advantages of these electrolytes include high coating quality, high cathodic current efficiency, and good throwing power [1]. However, they contain toxic anions from complexing acids and surface-active organic substances, which complicates the disposal of used solutions and wastewater treatment. One solution to this problem is to improve existing tin-plating electrolytes by replacing tin(II) with tin(IV) and toxic complexing agents with lactic acid, which is environmentally safe. It has been proven that lactate electrolytes offer advantages not only over standard acidic and stannate electrolytes but also over EDTA-based and pyrophosphate electrolytes due to their lower toxicity.

The research was conducted using a solution containing 50 to 150 ml/dm³ of lactic acid. The tin ion concentration in the electrolyte was 14 – 16 g/dm³ (in terms of metal).

Changes in the electrolyte's pH from 0.6 and temperature from 18 – 25 °C in either direction significantly reduced the cathodic current efficiency (CCE) and deteriorated coating quality. At pH 4.5, $Sn(OH)_4$ precipitate forms in the electrolyte.

As the cathodic current density increased from 0.3 to 3 A/dm², the CCE of tin decreased from 95 % to 57 %, and coating quality worsened.

Within the working current density range, increasing the concentration of tin ions in the electrolyte from 5 to 10 g/dm³ increased the tin CCE from 79 % to 95 % and improved coating quality.

Based on the conducted research, for electrochemical deposition of fine-crystalline, smooth, semi-bright coatings, the following electrolyte composition can be recommended: lactic acid – 100–150 ml/dm³, $SnCl_4$ (in terms of metal) – 15 g/dm³. At j = 1.0 A/dm² and t = 20 – 25 °C, pH = 0.6, the cathodic current efficiency is 95 – 98.6 %.

References:

1. Yakymenko H.Ya., V.M. Artemenko. Technical Electrochemistry. Part 3. Electroplating Production: Textbook edited by B.I. Bairachnyi. – Kharkiv: NTU "KhPI", 2006, – 272 p.

RESOURCE AND ENERGY SAVING IN OBTAINING CRUDE BENZENE FROM COKE OVEN GAS

Lavrova I., Hrubnyk V., Petrenko M.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv,

Most coke-chemical enterprises in Ukraine are characterized by increased losses of benzene hydrocarbons with return gas, exceeding the maximum permissible PTEs indicated above. Such a state is the cumulative effect of a number of negative factors, which, first of all, should be attributed to: instability of gas and absorption oil consumption; unsatisfactory temperature regime; low quality of circulating absorption oil; unsatisfactory condition of the main technological equipment; low provision of installations with control and measuring instrument systems.

Our work is dedicated to the modernization of installations and technological equipment, and their adaptation to work in modern technological conditions.

A technological scheme equipped with modern technological devices has been proposed, which has the following advantages:

- stabilization of the quantitative composition of the obtained crude benzene (with distillation fluctuations up to 180 °C of no more than ± 1 % in the range of values from 91 to 96 %);
- reduction of gas pressure losses during absorption in the scrubber, which is recommended, can be 30 – 50 % compared to those currently used;
- reduction of steam consumption for distillation of absorbing oil by 2-2.5 times compared to that used;
- reduction of the amount of wastewater from the benzene department to be disposed of.

Resource- and energy-saving technological schemes for the absorption of benzene hydrocarbons from coke oven gas and the production of crude benzene are based on a rational combination of an optimally selected technological regime and the use of intensive scrubbers at the absorption stage, equipped with modern highly efficient elements of the internal structure (regular nozzles, distributors and redistributors of interacting phases). There is a real possibility of organizing the absorption process in one technical apparatus of large unit capacity, which allows reducing the resistance of the installation by 35 – 40 % and creates the prerequisites for full automation of the process of extracting benzene hydrocarbons from coke oven gas. The proposed technical solutions can be used both in the design of new benzene departments and in the reconstruction of existing ones.

References:

1. PTE-2017 Pravila tehnichnoi ekspluatacii koksohimichnih pidpriemstv. – Kharkiv: DP"Hiprokokks&quot, 2018 [in Ukrainian].

RESEARCH INTO THE POSSIBILITIES OF PRODUCING WATER-FUEL EMULSIONS BASED ON LOW-QUALITY FUEL OIL

Lavrova I., Suk Ye., Suk S.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv,

The choice of fuel oils as objects of research is justified by the scientific interest in studying the effect of cavitation on high-viscosity hydrocarbon systems, on the one hand, and on the other hand, by the practical task of obtaining high-quality water-fuel emulsions for power plants. In highly viscous fuel oils, an increased water content is observed in the form of individual local accumulations caused by the processes of transportation, pumping, storage and heating of the fuel. The use of specially prepared water-fuel emulsions as fuel is one of the effective methods that can eliminate the negative consequences of this phenomenon. The process of processing fuel oil that did not meet the necessary requirements for water content and composites based on it in hydrocavitation devices was investigated to obtain high-quality water-fuel emulsions, the use of which allows to increase fuel combustion coefficients, reduce emissions of soot particles and carbon monoxide, and also to utilize raw materials unsuitable for use as fuel. The results of the experiments are shown in Table. 1.

Table 1 - Fuel oil parameters before and after cavitation treatment

Oil fuel	Flow time through a calibrated funnel, s (at t=60 °C)			Flash point, °C			Density, кг/м^3		
	initial	after processing	Δ, %	initial	after processing	Δ, %	initial	after processing	Δ, %
Sample 1	155	90	42	120	127	5	925	920	0,5
Sample 2	138	84	39	105	115	9	915	915	0
Sample 3	165	120	25	135	145	7	920	920	0

A series of experimental studies on an industrial boiler unit showed the efficiency of using the obtained boiler fuel and its environmental safety.

References:

1. Ammar W. Saeed. Patterns mass transfer process of oils of hydrocracking and a gidrogenoliz of hydrocarbons in rotor hydrocavitational devices. − The manuscript.

NOVEL BIODEGRADABLE POLYMERS MODIFIED BY HUMIC ACIDS

[1]Lebedev V., [1]Miroshnichenko D., [2]Vytrykush N., [2]Pyshyev S., [3]Masikevych A., [1]Filenko O., [4]Tsereniuk O., [1]Lysenko L.

[1]National Technical University
Kharkiv Polytechnic Institute, Kharkiv
[2]Lviv Polytechnic National University, Lviv
[3]The Bucovin State Medical University, Chernivtsi
[4]Pig Breeding Institute and Agro-industrial Production,
National Academy of Agricultural Sciences of Ukraine, Poltava

Humic acids (HAs), extracted from Ukrainian lignite, are used as hybrid modifiers for biodegradable polymers (BPs). Optimal HA content is 10 wt %, ensuring strong antibacterial properties and maintaining high performance characteristics of films.

Key Concepts:

Modern biodegradable polymer materials (BPMs), though eco-friendly, often lack the performance of synthetic polymers. Hybrid modification, combining organic and inorganic components, improves their structure and expands applicability.

Gelatin-Based HBPs and HAs:

IR spectroscopy confirms hydrogen bonding between gelatin and HAs. At 10 % HA, notable shifts in IR spectra indicate structural rearrangements. Thermal (DSC) analysis shows that higher HA content alters hydrogel structure by reducing crystallization water and enhancing hydrogen bonding. XRD analysis confirms structural changes: HA increases α-helix content at 15 %, but causes amorphization at 45 %.

Mechanism of Modification:

In gelatin-HA systems, HA interacts with water, reducing gelatin-water coordination and altering structure. For PVA-HA and HPMC-HA systems, hybrid modification occurs through supramolecular interactions and cross-linking with HA functional groups.

Conclusion:

This is the first proposed use of lignite-derived HAs for modifying BPs. The impact of HAs on HBP properties varies by source (HA3 > HA2 > HA1), driven by differences in structural interactions.

PROSPECTS FOR CREATING BUILDING MATERIALS BASED ON REGOLYTH

Lisachuk G.V., Kryvobok R.V., Fedorenko O.Yu., Voloshchuk V.V., Tymchenko O.R., Ryabinin O.S.

National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

In recent decades, space agencies have been actively exploring the possibility of building infrastructure on the Moon using existing terrestrial technologies. The use of lunar regolith (finely dispersed layer of crushed rock formed by meteorite bombardment) for space construction is seen as a promising way to ensure a long-term human presence on the Moon and beyond. The main idea is to use local resources, which allows minimizing the transportation of materials from Earth. Regolith can serve as the basis for creating durable building structures using 3D printing, melting, or sintering technologies. Such structures can effectively protect astronauts from temperature fluctuations, cosmic radiation, and micrometeorite impacts. However, when researching and developing such materials and the technological parameters for their production, the lunar environment, which includes low temperature, low gravity, and low atmospheric pressure, should be taken into account. In turn, the regolith contains oxygen suitable for human life support and fuel production, as well as metals (iron, aluminum, titanium) that can be used to make tools and build infrastructure, which is a pressing task for materials scientists.

According to NASA research The vast majority of the obtained lunar regolith samples contain significant concentrations of oxides CaO, FeO, Al_2O_3 and SiO_2 (more than 10%). In addition, some samples recorded a high content of oxides MgO and TiO_2. For consideration, SiO_2-Al_2O_3-CaO and SiO_2-Al_2O_3-FeO were selected as the main systems, as well as compositions based on them, which have great potential for obtaining composites, ceramic and glassy materials and have appropriate performance characteristics.

The coefficient of thermal expansion of the simulated regolith compositions varies from 6.38 to 9.75 × 10^{-6} 1/°C in the temperature range of 30…915 °C (softening temperatures). The thermal conductivity and specific heat capacity of the simulators are close to those of conventional concrete. At room temperature, the compressive strength is about 60-80 MPa, and the flexural strength is 90-110 MPa, which significantly exceeds the characteristics of traditional cement on Earth.

One of the key factors for building in space is the selection of appropriate technologies, in particular 3D printing, which is distinguished by energy efficiency, automation, wide design capabilities and reduced production time. This technology is considered the optimal solution for creating lunar settlements, but it is necessary to improve the recycling processes of local resources and optimize 3D printing.

Further prospects for the development of research in this area include the study of relevant three- and four-component systems with identified oxides, the selection of compositions and technologies for their production based on the melting diagrams of selected systems, as well as the improvement of the technology of 3D printing of final materials and products based on modeled compositions.

MODERN METHODS OF WASTEWATER TREATMENT FROM NICKEL AND PHOSPHORUS COMPOUNDS

Lisnyak V., Sincheskul O., Avina S., Kobziev O., Deineka D.
National Technical University
"Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

Patented technical solutions for the last 17 years for wastewater treatment from hazardous nickel and phosphorus compounds were reviewed in the paper.

So, a method of wastewater treatment from phosphorus compounds was proposed using the method of contact coagulation of biologically treated wastewater with phosphogypsum and deep post-treatment using sludge from the production of calcium nitrate or a mixture of ferric chloride with aluminum sulfate. This allows achieving a degree of purification from phosphates of up to 99.1 – 99.6 % [1, 2, 3].

The inventor Franchuk G.M. with co-authors developed a method for wastewater treatment from nickel compounds by their adsorption by a clay absorber. The efficiency of wastewater treatment from nickel compounds is 50 – 85 % [4].

The author Goncharuk V.V. with colleagues proposed a method for purifying industrial and domestic wastewater from phosphates by sequentially filtering it through a sand filter and ceramic tubes and reverse osmosis treatment. This method allows you to obtain technical water [5].

A number of authors focused on improving the hardware design of treatment facilities. They proposed a new design of a bioreactor for purifying wastewater from phosphorus compounds, as well as a method for circulating water and a sludge mixture [6, 7, 8].

A new method for obtaining hybrid halloysite-polyaniline composites for wastewater treatment was also presented. These composites adsorb both cationic and anionic pollutants. They are universal adsorbents. [9]

References:

1. Method for purifying wastewater from phosphorus compounds : pat. 75630 Ukraine : C02F 1/52. № u 2012 05931 ; app. 15.05.2012 ; publ. 10.12.2012, Bul. № 23. 5 p.

2. Method for deep post-treatment of wastewater with a high phosphate content : pat. 74350 Ukraine: C02F 1/00. № u 2012 04284 ; app. 06.04.2012 ; publ. 25.10.2012, Bul. № 20. 4 p.

3. Method of deep wastewater treatment from phosphates and suspended solids : pat. 116645 Ukraine: C02F 1/52, C02F 1/58. № u 2016 13373 ; app. 26.12.2016 ; publ. 25.05.2017, Bul. № 10. 4 c.

4. Method of wastewater treatment from nickel compounds : pat. 70874 Ukraine: C02F 1/28. № u 2011 15157 ; app. 21.12.2011 ; publ. 25.06.2012, Bul. № 12. 4 c.

5. Method of domestic wastewater treatment from phosphates : pat. 116074 Ukraine: B01D 61/14, C02F 1/44, C02F 1/52, C02F 9/02. № a 2017 02056 ; app. 03.03.2017 ; publ. 25.01.2018, Bul. № 2. 7 c.

6. Bioreactor for wastewater treatment from phosphorus compounds : pat. 99624 Ukraine: C02F 1/52. № u 2015 00546 ; app. 23.01.2015 ; publ. 10.06.2015, Bul. № 11. 5 c.

7. Method of wastewater treatment : pat. 32029 Ukraine: C02F 3/00, C02F 9/14, C02F 11/02. № u 2008 00834 ; app. 25.04.2008 ; publ. 25.04.2008, Bul. № 8. 6 c.

8. Method and device for biological wastewater treatment : pat. 125979 Ukraine: C02F 3/30, C02F 3/22, C02F 3/12. № u 2020 03266 ; app. 01.10.2018 ; publ. 20.07.2022, Bul. № 29. 15c.

9. Method for obtaining hybrid composite adsorbents for wastewater treatment from anionic and cationic pollutants : pat. 153424 Ukraine: C02F 1/42, : C02F 11/148: C02F 103/00, H01M 4/58. № u 2022 03875 ; app. 18.10.2022 ; publ. 05.07.2023, Bul. № 27. 4 c.

FEATURES OF BIOSENSOR APPLICATION FOR MONITORING AND CONTROL OF BIOPHARMACEUTICAL PROCESSES

Luhova K.V., Belinska A.P., Bielikh I.A.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute," Kharkiv

Modern biosensors are highly sensitive analytical devices that combine a biological recognition element with a physicochemical transducer, enabling real-time monitoring of key biotechnological process parameters [1]. Their application in industrial biotechnology is a promising direction for improving the efficiency of biopreparation production, as they provide continuous control of physicochemical and biochemical indicators without the need for sampling. In modern biotechnological production, various types of biosensors are utilized: enzymatic (based on immobilized enzymes), microbial (using whole cells), immunological (relying on antibody-antigen interactions), and DNA sensors [2]. The most effective approach is the combined use of different biosensor types at critical points of the technological process: in the fermentation system – for monitoring substrate and product concentrations; in the purification line – for controlling the efficiency of target product isolation; and in the sterilization system – for detecting microbial contamination.

Automated control systems (ACS) based on programmable logic controllers (PLCs) with integrated biosensor modules allow real-time adjustment of bioprocess parameters [1]. Particular attention is given to optical biosensors that utilize surface plasmon resonance, enabling high measurement sensitivity without the need for substance labeling. A key challenge in biosensor application is their instability during prolonged fermentation processes, which may lead to calibration drift. To address this issue, situational control systems (SCS) are recommended, integrating data from biosensors, conventional pH, temperature, dissolved oxygen sensors, and machine vision systems [1]. Such systems employ artificial intelligence algorithms to compensate for measurement errors and predict bioprocess dynamics. An important aspect of biosensor technology implementation is the development of specialized bioreceptor elements stabilized using nanoparticles or polymer matrices. The introduction of wireless biosensor systems with remote monitoring capabilities significantly enhances the flexibility of biotechnological production management.

Research has shown that the use of biosensors combined with modern ACS can increase biotechnological process efficiency by 25 – 30 % and reduce analytical control costs by 40 – 45 %. Further development of microfluidic biosensor platforms and systems based on synthetic biology opens new prospects for creating "smart" biotechnological production facilities.

References:

1. Kumar M. A. Biosensors and Automation for Bioprocess Monitoring and Control / A. M. Kumar. – Lund : Media-Tryck, 2011. – 160 p.

2. Gerzon G. Process Analytical Technologies – Advances in bioprocess integration and future perspectives / G. Gerzon, Y. Sheng, M. Kirkitadze // Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis. – 2022. – Vol. 5. – P. 1-11.

OPTIMIZATION OF SLUDGE DEWATERING AT THE SCREW DEHYDRATOR BY INSTALLING A PNEUMATIC DAM PLATE

Lukianenko M., Fushtei O., Moiseev V.
National Technical University
«Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

The study presents the results of research on the effectiveness of installing a pneumatic dam plate (Fig. 1) on a screw sludge dehydrator at a municipal wastewater treatment facility. The aim of the experiments was to extend the service life of the screw by avoiding peak loads and stabilizing dewatering parameters.

During the research, monitoring was carried out on the torque on the screw shaft, cake moisture, and other operational parameters under varying pressures of the pneumatic press system. It was found that the operation of the pneumatic pressure system maintains a stable torque in the range of 34,5 – 36,5 %, which allows the dryness of the sludge to remain within acceptable limits, even when the properties of the input sludge fluctuate. It was confirmed that increasing the torque beyond 42 % does not lead to a significant rise in dryness, making operation in this mode inefficient.

Advantages of the pneumatic system include prevention of overloads, simplified startup after idle periods, reduced time to reach steady-state operation, improved maintenance of the discharge zone, and adaptation to changing sludge properties without operator intervention.

It was found that due to the automatic action of the dam plate, the system independently responds to changing conditions: when the filtration capacity of the sludge decreases, the plate presses tighter, compensating for the torque drop; when it improves, the plate opens to prevent outlet blockage. This approach reduces the frequency of emergency situations and ensures the stability of output parameters without significant operator involvement.

The results demonstrate the feasibility of implementing an automated torque control system with the ability to adjust screw rotation speed and flocculant dosage in real time. A comparative analysis of the pneumatic dam plate with the traditional (stationary) dam plate is planned.



Figure 1 – Installation of a pneumatic dam plate and its control system

USE OF PROTEIN FUNCTIONAL INGREDIENT FROM SUNFLOWER SEEDS IN THE RECIPE OF EMULSION SAUCES

Lytvynenko O.A, Kunitsa K.V.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

One of the promising directions for improving emulsion sauce formulations is the use of protein functional ingredients that can improve emulsion stability, texture and nutritional value of the product. Due to their amphiphilic properties, proteins actively participate in the formation of a stable emulsion system, reducing interfacial tension and preventing phase separation.

Of particular interest are plant proteins, including soy, pea, and lentil proteins, as well as less common sources that are affordable, environmentally friendly, and beneficial to health.

This study proposes the use of high-protein meal obtained from sunflower seeds after separation of the husk and extraction of oil. Such an ingredient is a valuable source of protein and dietary fiber and can be effectively used to enrich emulsion sauces and replace egg powder, in particular in the production of functional and vegetarian food products.

The stability of model emulsions was assessed within the concentration of egg powder and high-protein meal up to 8.0 %. This allowed us to substantiate the value of the concentration of high-protein meal as an emulsifier in the emulsion sauce recipe. The maximum stability is achieved by emulsions containing 6.0 % emulsifier. Further increase in the concentration of high-protein meal does not have a significant effect on emulsion stability.

Based on the results of the work, a recipe for a medium-calorie emulsion sauce of the mayonnaise type and technological modes of its production were developed. The use of high-protein meal does not require significant changes in the equipment and technological scheme for the production of emulsion sauce. The main difference may be the preliminary preparation of the meal, which involves its swelling.

The organoleptic and physicochemical parameters of the emulsion sauce sample, manufactured according to the developed recipe and technology, were determined in accordance with DSTU 4560: 2006 and DSTU 4487: 2015. In terms of quality parameters, the medium-calorie emulsion sauce with 100% replacement of egg powder with high-protein meal in the recipe meets the requirements of current regulatory documentation and is distinguished by better indicators, such as emulsion stability and effective viscosity. This indicates that the proposed protein functional ingredient performs the role of not only an emulsifier, but also a structure-forming agent.

The use of protein functional ingredients in emulsion sauce technology opens up wide possibilities for creating products with improved nutritional value, stability and organoleptic properties. Further research in this direction will contribute to the development of new and innovative food products.

BIOLOGICAL TRENDS IN 3D BIOPRINTING OF TISSUES AND ORGANS

Mamatov M.S., Belinska A.P.
National Technical University
"Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

Modern 3D bioprinting technologies are opening new horizons in regenerative medicine and tissue engineering by combining principles of biology, materials science, and computer modeling. The most promising materials for bioprinting are hydrogels based on alginate, fibrin, or hyaluronic acid, which mimic the natural extracellular matrix and provide cells with necessary mechanical and biochemical signals. Studies demonstrate that combining iPSCs with organ-specific niches in three-dimensional constructs promotes cell differentiation into functional structures resembling native tissues. For example, in study [1], researchers successfully reproduced liver microarchitecture through layer-by-layer deposition of hepatocytes, endothelial cells, and stromal fibroblasts, followed by cultivation in a bioreactor with dynamic nutrient flow.

A significant advancement in the technology has been the introduction of multimaterial printing systems, which allow simultaneous use of multiple bioink types with different mechanical properties. This is particularly relevant for creating vascularized constructs, where the combination of rigid polymer scaffolds and soft cellular matrices mimics the natural interaction between parenchyma and vascular networks. In study [2], a combination of electrospun polycaprolactone nanofibers with crosslinked collagen gel enabled the reproduction of hierarchical capillary structures, ensuring the viability of cardiomyocytes in printed myocardial tissue for 28 days. A promising direction is the integration of bioprinting with synthetic biology methods, particularly the development of "smart" constructs capable of self-organization or response to external stimuli. Experimental evidence confirms that introducing genetic circuits into target cells allows programmable changes in their morphology or secretory activity in response to specific biochemical signals [1]. This approach enables the creation of dynamic tissue models that can adapt to physiological conditions, mimicking wound healing or regeneration processes.

Despite significant progress, a key challenge remains scaling these technologies for clinical applications, particularly ensuring long-term stability of printed organs in vivo. Further development of the field is linked to the refinement of next-generation biomaterials that combine biocompatibility with functional activity, as well as the automation of quality control processes using artificial intelligence. Implementing these solutions will facilitate the transition from experimental models to fully functional biotechnological products for transplantation, toxicological screening, and personalized medicine.

References:

1. Yang, S., Gui, J., Zhang, Z., Tang, J., & Chen, S. (2024). Enhancement of doxorubicin production in *Streptomyces peucetius* by genetic engineering and process optimization. *AMB Express, 14*, 41.

2. Jiang, H., & Hutchinson, C. R. (2006). Feedback regulation of doxorubicin biosynthesis in *Streptomyces peucetius*. *Research in Microbiology*, *157*(7), 665-674.

IMPROVING THE ANODIZING PROCESS FOR MEDICAL IMPLANTS MADE OF TITANIUM ALLOYS

Masliak T.M., Madyka I.D., Leshchenko S.A.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

A technological process for anodic oxidation of Ti6Al4V titanium alloy for medical implant production was developed in a previous stage of the study [1]. The aim of the subsequent research was to find ways to improve the process flow diagram and biocompatibility of the surface, as well as to reduce energy and material costs, and the process cost. Given the increased demand for the medical implant manufacture and the need to increase process productivity, the objective of the study was to adapt the technological process of titanium alloy anodizing for the implementation on automated production lines.

To do this, it was advisable to eliminate the manual cleaning operation with Viennese lime at the chemical degreasing stage. Several solutions were tested, and the best result was found in the case of solution containing sodium tartrate (3…4 g L^{-1}), sodium formate (2–3 g L^{-1}), sodium oxalate (3–5 g L^{-1}), and syntanol DS-10 (1.5…3 g L^{-1}). Optimal degreasing regime: pH = 6.0…6.6, t = 60…70 °C, τ = 10…15 min. The application of ultrasound with a frequency of 20…80 kHz improves the process. In the presence of a chemical polishing operation, it was proposed to exclude the preliminary activation in a mixture of 200 g L^{-1} HCl and 10 g L^{-1} HNO_3 from the technological process. Experiments showed that this did not lead to an increase in rejects.

Replacing a hot (50 – 60 °C) chemical polishing solution of H_2SO_4 (350 g L^{-1}), H_3PO_4 (550 g L^{-1}), NH_4F (40 g L^{-1}) with a cold (20…25 °C) solution of HNO_3 (450…500 g L^{-1}), $NH_4F{\cdot}HF$ (100 g L^{-1}), H_2SiF_6 (70…90 g L^{-1}) saved more than 5700 kWh $year^{-1}$ of electricity without compromising quality.

Replacing the titanium alloy anodic oxidation electrolyte (60…80 g L^{-1} oxalic acid) with other electrolytes (150…180 g L^{-1} H_2SO_4 or 80…100 g L^{-1} sulfosa licylic acid) led to negative consequences. In our opinion, an equivalent substitute for oxalic acid anodizing was anodizing in a cheaper electrolyte containing 45…55 g L^{-1} H_3PO_4.

The use of the anode-spark anodizing method and the application of a hydroxyapatite layer on the surface of titanium implants at this stage had to be abandoned for various reasons. The research revealed an improvement in the corrosion resistance of anodized titanium products as a result of their exposure to hot (80…85 ºC) water for 2..3 minutes.

The changes introduced into the anodizing process made it possible to increase the productivity, as well as to reduce specific material, energy and operating costs, and ultimately lowered the overall cost of the titanium alloy anodizing process.

References:

1. Електрохімічне оксидування медичних імплантатів, виготовлених з титанових сплавів / Т.М.Масляк, Д.Д.Білобородов, С.А.Лещенко // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я = Information technologies: science, engineering, technology, education, health : тези доп. XXXI міжнар. наук.-практ. конф. MicroCAD–2023, 17-20 травня 2023 р. / за ред. проф. Сокола Є. І. – Харків : НТУ "ХПІ", 2023. – С. 582.

INFLUENCE OF THE POLYMER COMPONENT ON THE PROPERTIES OF HYBRID THERMAL INSULATION COMPOSITES

Monakhov S.V., Fedorenko O.Yu., Ryabinin S.O., Otroshchenko M.S.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Thin-layer thermal insulation of the new generation is designed to reduce heat losses in pipelines of industrial and residential structures. Validation of scientific and technical information regarding the effectiveness of thermal insulation paint indicates the potential to reduce condensate formation by 90 %, decrease heat losses by 20 – 30 % (with a coating thickness of 2 mm), provide corrosion protection, and ensure long-term retention of these functions. Additionally, thin-layer thermal insulation does not require dismantling, unlike traditional methods that involve the use of mineral wool or polyurethane foam.

The properties of thermal insulation paints with microspheres largely depend on the polymer matrix type, which determines adhesion, mechanical characteristics, and resistance to external factors (temperature, humidity, ultraviolet radiation, and aggressive substances). Among the main types of polymers used as binders for thin-layer thermal insulation are acrylic, silicone, and polyurethane compositions. The selection of the polymer matrix composition for thin-layer thermal insulation should consider the operating conditions.

The thermal conductivity of acrylic compositions is higher (λ = 0.15–0.25 W/m·K) compared to silicone (λ = 0.08 – 0.12 W/m·K), epoxy (λ =0.13 – 0,2 W/m·K) and polyurethane (0.02 – 0.05 W/m·K) compositions. Acrylic loses elasticity at temperatures above 80 °C, though some modified compositions can withstand temperatures from –40 °C to +120 °C. This makes it unsuitable for paints used on steam pipelines. In cases of mechanical impact or contact with aggressive environments, the coating integrity may be compromised. Additionally, acrylic is flammable, making the use of thermal insulation paints based on it undesirable for exposed pipelines.

Epoxy resins are less effective in thin layers; under prolonged temperature exposure or mechanical stress, they are prone to cracking. However, they are chemically resistant, which is crucial for insulating pipelines operating in aggressive environments, such as in chemical production.

Silicone compositions are stable at temperatures from –60 °C to +250 °C, making them the best choice as a base for thermal insulation paints for heating pipelines and industrial steam pipelines. They are characterized by high adhesion to metals, thermal stability, and hydrophobicity, which provides protection against moisture and corrosion. Furthermore, these compositions do not require thorough pipe preparation, and their relatively high mechanical strength and elasticity allow them to withstand minor deformations caused by pipeline vibrations.

The operating temperatures of polyurethanes range from –65 °C to +150 °C. They maintain strength and elasticity under prolonged thermal cycling and are fairly resistant to moisture, oils, and weak acids. This combination of properties makes them suitable as a base for thermal insulation of external pipelines.

Information on the influence of the polymer matrix composition on the hybrid composites properties was used in the development of a thin-layer thermal insulation line for various purposes pipelines.

ECONOMIC ASSESSMENT OF NITRIDE CERAMIC APPLICATIONS IN AEROSPACE HIGH-FREQUENCY TECHNOLOGY

Mruie D.A.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Modern radio communication and radar systems, particularly in the aerospace and defense sectors, demand the use of radio-transparent structural materials that offer high thermal stability, low dielectric permittivity, and resistance to aggressive environments. Ceramic materials based on aluminum nitride (AlN), boron nitride (BN), and silicon nitride (Si_3N_4) represent a promising class of compounds characterized by a dense crystalline lattice, high melting points (>2000°C), and low dielectric losses.

The synthesis of such materials is achieved through methods such as hot pressing, reaction sintering, and chemical vapor deposition (CVD), enabling the production of dense, uniform, and highly stable ceramic composites. At the microstructural level, strong ionic and covalent bonds within the lattice impart unique combinations of mechanical strength and electrical insulation properties.

The objective of this work is to conduct a preliminary economic assessment of the use of nitride ceramics in the composition of radio-transparent coatings (radomes, protective shields, and antenna covers) for high-frequency (HF) technology. Based on a comparative analysis of published data on the synthesis costs and lifecycle performance of these materials, a "cost-efficiency" model was proposed, allowing consideration of not only initial manufacturing expenses but also anticipated longevity and reduced operational losses.

The results obtained indicate the significant potential of nitride ceramics for use in next-generation structures, particularly when taking into account strict requirements for mass, dimensions, and resistance to extreme thermal and electromagnetic loads. The economic evaluation performed provides grounds for recommending AlN and Si_3N_4 as key materials in defense and aerospace projects, provided that production costs are optimized.

STANDARD AGGREGATE FOR CALCIUM ALUMINATE PHOSPHATE (CAP) CONCRETES EVALUATION

Nagorniy A.
National Technical University
"Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

The dense refractory concretes compositions developing is critically dependent on requirement of the minimum porosity and shrinkage to assure volume stability. It is important also that the voids between the grains of aggregate and binder to be filled to achieve the proper placeability and workability of concrete mix.

Among various refractory aggregates that might be considered for evaluating the bonding characteristics of all CAP binders types only fused and sintered aluminas (corundum) have adequate refractoriness and are sufficiently chemically inert. Properties of aggregates that markedly affect setting properties are soluble salts, colloidal fines, particle-size distribution, amount of porosity and pore size. Except for the larger amount of open porosity in the coarser fused alumina grain, both aggregates can be sufficiently controlled to have no effect on setting time.

Evaluation of CAP binders in concrete compositions requires that the variation in particle size of aggregate be minimized. This can be achieved by using closed aggregate sizes to approximate the ideal continuous size distribution designed for maximum packing. The ideal distribution will be matched at one less than the number of size fractions used. It follows then that the ideal distribution will be more closely matched as the number of sized components increases.

Maximum packing is accomplished for the two-fraction aggregates mixes when they contain 60 – 70 % coarse and 30 – 40 % small fraction. Wherein, the dense packing can be accomplished when the average size of small aggregate in 6 – 7 time less than the coarse. Considering this, the dense packing for aggregate mix with maximum grain size 3 mm is obtained when it contains 60 % of 3 – 0,5 mm fraction and 40 % of less than 0,5 mm fraction. For aggregate mix with maximum grain size 2 mm the dense packing is obtained when it contains 50 % of 3 – 0,5 mm fraction and 50 % of less than 0,5 mm fraction.

It is imperative, therefore, that the "aggregate-binder" optimal ratio for CAP concrete compositions corresponds with the following requirements as 1) refractory concrete mix must have good placeability, 2) its dried castings must have homogeneous structure, and 3) to have sufficient strength and minimum shrinkage in service temperature range.

The better thermal-shock-damage resistance of corundum concrete bonded with CAP mechano-chemical binder is ascribed to the <5–10-μm closed pores which are thought to perform as crack arrestors and better mechanical bonding to the rougher concrete fractured surfaces. Besides increasing the strength value of the concrete bonded with CAP suspension would explain the more efficient use of the mechano-chemical bonding compared with hydraulically setting cement wherein some of the CAPC is lost in the large open pores of coarse grains.

ZIRCONIA PHOSPHATE CERAMIC SETTING BINDER FOR REFRACTORY CONCRETES BONDING

Nahornyi M., Shabanova G., Nagorniy A.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

The strength development during the initial curing periods and installation of refractory-concrete linings are critically dependent on the use of binder as the main ingredient of effective composite materials.

Conventional refractory cements (calcium aluminate, high Al_2O_3, aluminate phosphate and other) continue to be the most popular hydraulically setting binders used for bonding refractory concretes. However, refractory concretes bonded with traditional binders have limited refractory applications because of the strength degradation resulting from structural defects caused by occurrence of dehydration process, bonds disruption, easy-melting compositions forming. Unlike calcium aluminate (CA) cements, zirconia phosphate ceramic setting binder (specially formulated, suspension-aggregate mix) retains its integrity when subjected to prolonged periods of high heat, cyclic heating and cooling, and other deleterious conditions of corrosion and erosion presented in high temperature industrial processes. It has a sequential effect on the service life and performance of a refractory-concrete lining bonded with zirconia phosphate ceramic setting binder; that is, 1) quick installation of refractory lining and low construction costs, 2) developing of initial strength requires fewer times, 3) thermal efficiency permitting thinner lining.

Rapid relining of processing units is a major demand of refractory industry. Developing of initial strength during a heatup of the refractory lining within 8-10 h for zirconia phosphate ceramic setting binder, in contrast to 24 h after placement for high Al_2O_3 cements and 28 days for normal Portland-cement, could become commonplace prior to final heatup of the units being installed with using of ceramic setting binder technology.

The use of refractory concrete bonded with zirconia phosphate ceramic setting binder provides the significantly quick installation of lining because the initial strength developing requires no setting time in contrast to the concrete bonded with hydraulically setting cement. The desired structural integrity and strength development are mostly achieved during the dryout and heatup of the unit. These processing steps are not accompanying with additional shrinkage and the loss in strength in the 300 to 900 ^{0}C range compared with high Al_2O_3 concrete.

The zirconia phosphate refractory concretes obtained retain their volume integrity when subjected to prolonged periods of cyclic heating and cooling (after 30 shock cycles) present in high temperature industrial processes. The zirconia phosphate refractory concretes can be used for refractory applications 1800 ^{0}C. They require only a drying at 300 ^{0}C and 2 h to develop sufficient strength of lining while a heatup within 8 h contributes to the hot strength 60 MPa.

SCIENTIFIC RATIONALE FOR OPTIMAL STORAGE CONDITIONS OF LIQUEUR

Nekrasov P.O., Kudriavtseva Y.D.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

In today's food industry, an important task is to create new competitive products that meet consumer requirements in terms of organoleptic properties, chemical composition and safety. Particular attention is drawn to liqueurs, which occupy an important place among alcoholic beverages due to their taste and variety.

Liqueur is an alcoholic beverage with an alcohol content of 25 % to 45 % and a mass concentration of extractives of 25 to 60 g/100 cm^3, made on the basis of sugar syrup using semi-finished plant and fruit raw materials, including apples, chokeberry, cinnamon, as well as syrups from rose hips, raspberries, passion fruit and peaches. The main flavourings in liqueurs are herbs, spices, fruits, their peel and pits, such as dried lime, lemon and orange peel; nuts: walnuts, almonds and many others. The overall flavour profile of fruits is influenced by many factors: geographical origin, cultivation, storage and harvest time. Fruits contain several hundred compounds that have a cumulative effect on the overall flavour. In many cases, the fruit flavour is influenced by a mixture of several compounds that do not have such properties individually.

The main factors that affect the quality and shelf life of liqueurs are the recipe composition of the liquor, compliance with all technological operations during production, the use of stabilising materials, the ionic composition of the liquor, the length of aging, storage temperatures, contact with direct sunlight during storage, and the quality of the container material.

All of these factors must be taken into account when developing a new type of beverage and predicting the stability of its organoleptic and physicochemical characteristics. This will help to ensure that the nutritional value is maintained throughout the guaranteed shelf life, as well as to select the appropriate materials for filtration, purification, stabilisation and packaging.

In this regard, it is important to study the impact of external factors on the quality of liqueur during storage.

To achieve this goal, a series of experiments on the storage of liqueur under different conditions was planned, where the variables were the transparency of the container, temperature and storage time. The experimental data were processed using Statistica 14. As a result, a mathematical model was created that allows us to assess the impact of each factor and their interaction on the quality of liqueur.

As a result of the work, rational storage regimes for the liqueur were established, which ensure stable quality characteristics of the product throughout its shelf life.

INFLUENCE OF BIOCATALYTIC PROCESSING OF OILSEED RAW MATERIALS ON THE EFFICIENCY OF VEGETABLE OIL EXTRACTION

Nekrasov P.O., Nekrasov O.P., Berezka T.O., Molchenko S.M., Gudz O.M.
National Technical University
«Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Rising demand for vegetable oils, as well as present-day requirements to improve their quality and safety, prompt the need for new strategies to increase target product yields not involving the use of potentially hazardous solvents and high-cost technologies.

Since oilseeds belong to a complex biological system, this paves the way for increasing the degree of oil extraction through the influence of hydrolases on the structure of raw materials, which is aimed at disrupting the association of lipid globules with cell wall components. To maximize the oil extraction from the cell, it is imperative to destroy the cell wall, disintegrate the cluster of reserve substances and the membrane system. The structure of the oilseed's cell walls is based on a complex of cellulose, hemicellulose, and pectin substances. The pectin hydrolysis by pectinases causes the wall to swell, as the bonding link between other polymers is removed from its structure. To achieve even deeper destruction of cell walls, it is reasonable to add cellulases and hemicellulases to the hydrolase complex. The most challenging aspect of oil extraction technology is to overcome protein-lipid interactions in the cell membrane system, as well as the bonds between proteins and lipids released from spherosomes upon disintegration of their membranes. Hydrolysis by endo-type proteases, which break down protein into large fragments, is more preferable for disintegrating localized clusters of reserve protein and destabilizing membranes.

Consequently, to develop an effective biocatalytic technology for vegetable oil production that maximizes target product yield, it is required to use an enzyme complex comprising the widest range of hydrolases, namely pectinase, cellulase, hemicellulase, and protease.

This study suggests an improved method for preparing sunflower seed meats for pressing by treating it with a complex of enzyme agents such as Alcalase 2.4 L FG and Viscozyme L. To analyze the collected data and optimize the parameters, the response surface methodology was chosen based on the central composite rotational design.

The research has revealed the feasibility of using a hydrolase complex to prepare sunflower seed meats for oil extraction with the aim to increase the efficiency of the pressing process. A mathematical model has been designed to predict the oil yield based on the parameters of biocatalytic raw material treatment. Reasonable intervals of their values were established for each of the predictors and the optimal parameters were calculated to obtain the maximum oil yield.

These findings will provide grounds for the development of a new resource-saving technology for the integrated processing of oilseed raw materials.

CORROSION AND CAVITATION IN TUBE FURNACES DURING THE HEATING OF WATER-CONTAMINATED OIL

[1]Nesterenko S, [2]Miroshnichenko D., [3]Bannikov L., [3]Borisenko O., [2]Tertychnyi V., [2]Ryschenko I.

[1]O.M. Beketov National University of Urban Economy, Kharkiv
[2]National Technical University
Kharkiv Polytechnic Institute, Kharkiv
[3]State Enterprise "Ukrainian State Scientific Research Institute of Coal Chemistry (UKHIN"), Kharkiv

Tube furnaces in coking plants are vital for heating tar and oils but suffer severe corrosion when water-contaminated oil is used. This corrosion forms hemispherical cavities, with cavitation-induced damage. Water contamination increases the vapor phase, promoting cavitation and erosion, especially at low pressure and high temperature. Hydraulic calculations show that at 1 bar pressure, 20 % water content, and 160 °C, cavitation is inevitable, accelerating corrosion, particularly with ammonium chloride. Electrochemical and gravimetric analyses confirm high corrosion rates, emphasizing the need to control water contamination.

Keywords: tube furnace, coal tar oil, corrosion, cavitation.

INTRODUCTION: Tube furnaces are crucial in coking plants for distilling coal wash oil and heating tar. Corrosion due to aggressive compounds like metals and chlorides significantly impacts equipment life. High-grade alloys and soda treatment help mitigate these effects.

CORROSION MECHANISMS: Sulfide corrosion and cavitation are worsened by high temperature and pressure, especially when emulsified water is present. Understanding the effects of pressure and flow rate on tube durability is key to effective corrosion prevention.

EXPERIMENTAL RESEARCH: Experiments on a tubular furnace showed severe corrosion from water-contaminated oil. Electrochemical methods assessed the oils' corrosiveness.

RESULTS AND DISCUSSION: The furnace tubes showed oxide deposits, rough surfaces, and defects, with pitting corrosion observed. Cavitation-induced degradation was noted.

CAVITATION IN OIL FLOW: Heating oil forms a vapor phase, increasing during disturbances and oil watering, which enhances cavitation and erosion.

CONCLUSIONS: Heating water-contaminated oil causes severe corrosion and cavitation in tube furnaces. Water contamination promotes cavitation, accelerating corrosion. Controlling water content is crucial to prevent equipment damage.

IMPROVEMENT OF THE FORMULATION OF THE HAIR CONDITIONER BALM

Ovsiannikova T.O., Kolisnyk B.G.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Nowadays, you can see a lot of 2-in-1 shampoos on store shelves, and they contain balms or conditioners in addition to detergents. Nevertheless, most trichologists believe that it is better to buy a balm and shampoo separately, because the balm in the shampoo has a softening effect during the washing process and therefore prevents the hair from being completely cleaned of dirt [1].

Hair balm is no longer something new and unknown. Today, it is an indispensable stage of care, because it not only moisturises, nourishes and makes combing easier, but also helps protect curls from damage, adding softness and shine [2].

In the Ukrainian market, the main share in the segment of balms and rinses is occupied by products from foreign manufacturers: hair balm Pantene Pro-V Intensive Repair Conditioner Intensive recovery (France), balm L'Oreal Paris Elseve Dream Long Easy combing, for long, damaged hair (France), strengthening hair balm-rinse Garnier Fructis Goodbye split ends (France) and others.

Products of Ukrainian manufacturers are represented by a balm-rinse «EkoLine» 2 in 1 for all hair types by EKMI, Intensive Moisture balm-rinse by TM Cocos, hair conditioner with 39 extracts from TM New Life.

To make the hair smooth and easier to comb, conditioners usually contain dimethicone and/or cyclomethicone and/or amodimethicone and/or phenyl trimethicone, which have a cumulative effect and can be removed from the hair only with sulfate detergents, and they are not charged and can stick to the hair [3].

We propose to include the following in the composition of the balm-rinse Plantasens Olive LD (Hydrogenated Ethylhexyl Olivate), which is made from natural olive oil and is a vegetable alternative to silicones. It is a light and «dry» emollient that helps to achieve a satin effect of the cosmetic product, Plantasens Olive LD is quickly absorbed, does not form a film on the hair, has moisturising properties that help restore hair elasticity and firmness.

References:

1. Яка різниця між бальзамом і кондиціонером [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ua.cosmohit.ua/article/27

2. Все що потрібно знати про бальзами для волосся. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://cosmic.net.ua/ua/blog/balzamy-dlya-volos-chto-nuzhno-znat

3. Силікони для волосся: переваги та недоліки? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://hair.com.ua/sylikony-dlia-volossia-perevahy-ta-nedoliky/

ENCAPSULATION AS A METHOD OF STABILIZING UNSTABLE COMPONENTS IN COSMETIC PRODUCTS

Pan K.V.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

The paper considers a method for stabilizing components in a cosmetic product, which helps to maximize the preservation of quality indicators, product appearance, and beneficial active ingredients that are easily degraded by environmental factors.

Encapsulation of active ingredients is an innovative technology that allows to put in details into additional factors of components. This technology is used in perfumery and cosmetics, food and pharmaceutical stores, in the in particular in the cosmetics industry, where it changes approaches to skin care and the creation of makeup formulas. Encapsulation ensures stability, effectiveness and controlled release of active substances during and after application. It not only protects sensitive ingredients from the environment, but also increases the effectiveness and longevity of cosmetic products. Due to this technology, products are created that are more efficient and convenient to use [1, 2].

The essense of the encapsulated cosmetic component is that every microcapsule contains an active substance, which is released into the main phase when the microcapsules are broken by mechanical action or elevated temperature applied to the cosmetic formula. Cosmetic product can be a lipstick, blush, face powder, foundation, eye shadow or another cosmetic product. The inclusion of innovative technology in cosmetic formulas provides many advantages:

- Product stability and greater efficiency;
- Improved compatibility and ease of use;
- Extended shelf life, innovation and product differentiation;

We believe that the described technology should be gradually introduced into production as a way to create more stable and effective cosmetics, and that the technology of encapsulation of components can be the beginning of the creation of more diverse and interesting cosmetics that have a longer-lasting effect and result during use.

References:

1. Bae M., Lewis A., Liu S., Arcot Y., Lin Y.-T., Bernal J.S., Cisneros-Zevallos L., Akbulut M. Novel Biopesticides Based on Nanoencapsulation of Azadirachtin with Whey Protein to Control Fall Armyworm. *J. Agric. Food Chem.* 2022;70:7900–7910. doi: 10.1021/acs.jafc.2c01558.

2. De Oliveira J.L., Fraceto L.F., Bravo A., Polanczyk R.A. Encapsulation Strategies for *Bacillus thuringiensis*: From Now to the Future. *J. Agric. Food Chem.* 2021;69:4564–4577. doi: 10.1021/acs.jafc.0c07118.

ANALYSIS OF FOOD ADDITIVES USED IN FOAMING

Panchenko U.V.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

Foaming is a modern culinary technique for creating light, airy foams that add unique textures and flavors to dishes. This process relies on food additives known as foam stabilizers, which play a critical role in maintaining foam quality under challenging conditions, such as high temperatures or low liquid viscosity. Additionally, these stabilizers enhance the sensory appeal and shelf life of the final product, making them indispensable in gastronomy [1].

Stabilizers differ in their properties and effectiveness depending on the application. The selection of an appropriate stabilizer involves considering factors such as cost, effective concentration, foam stability duration, and heat resistance [2]. Table provides a comparative analysis of popular stabilizers used in foaming.

Table – Properties of Food Stabilizers for Foam Production

Stabilizer	Cost, UAH/kg	Effective Concentration, %	Foam Stability, min	Heat Resistance, °C
Agar-Agar	600-800	0.2-1	180-240	100
Gelatin	100-200	1-2	60-120	40-50
Soy Lecithin	150-300	0.3-1	30-60	60
Xanthan Gum	1000-1500	0.05-0.3	120	90
Sodium Alginate	800-1200	0.5-2	120-180	100

Among these options, soy lecithin is the most practical choice due to its affordability, functionality, and broad compatibility with different liquids. It is especially valued in gastronomic applications requiring delicate and flavorful foams. Sodium alginate, on the other hand, is highly effective due to its heat resistance and long foam stability. However, its higher cost limits its use in cost-sensitive applications.

Recent studies suggest that combining stabilizers, such as soy lecithin and xanthan gum, can significantly improve foam structure and durability. This synergy allows for the creation of stable foams under varying conditions, expanding the possibilities for innovative culinary techniques. Such blends can also reduce the overall cost by optimizing the concentration of individual additives. Developing multi-component stabilization systems could revolutionize foam production by ensuring consistent quality and expanding their application in both gastronomy and food production.

References:

1. Farrimond S. The Science of Cooking / S. Farrimond. – Dorling Kindersley, 2017. – 256.
2. Molecular Cuisine: Techniques, Tools, Ingredients [Electronic resource]. – Available at: https://a-g.ua/ua/blog-ua/molekuljarna-kuhnja-tehnika-instrumenti-ingredijenti/

ASPECTS OF DEVELOPING EXTRUDATES BASED ON OIL-FAT INDUSTRY BY-PRODUCTS

[1]Petik I.P., [2]Belinska A.P., [2]Yareminets N.S.
[1]Ukrainian Research Institute of Oils and Fats of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Kharkiv
[2]National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

By-products of oil-fat production, particularly sunflower and soybean meal, are valuable sources of protein and minerals, making them promising for producing extruded animal feed. The study aimed to determine the optimal component ratio to obtain a product with high nutritional value and technological properties.

The investigated samples (sunflower meal, soybean meal, and oat groats) comply with regulatory requirements (DSTU 4638, DSTU 4230, DSTU 7698). Sunflower meal contains 39.8 % protein, soybean meal – 43.1 %, while oat groats are rich in carbohydrates (59 %), contributing to the formation of a porous structure. Amino acid analysis revealed that sunflower meal protein has limiting amino acids – lysine (13.4 %) and leucine (18.5 %), whereas in soybean meal, the limiting factor is methionine+cystine (37.8 %). Combining these components allows balancing the amino acid profile of the final product.

Regression analysis established the dependence of porosity on the component ratio. Oat groats provide the highest porosity (85 %), while sunflower meal reduces this parameter to 60 %. The optimal ratio range ensuring 70 – 75 % porosity includes: 0.35 – 0.50 parts sunflower meal, 0.25 – 0.80 parts soybean meal, and 0.20 – 0.45 parts oat groats. Considering cost indicators and protein content, the rational composition was selected: 40 % sunflower meal, 25 % soybean meal, and 35 % oat groats.

The developed extruded feed significantly outperforms commercial analogs (extruded grain mixtures) in protein content (31.1 % vs. 9.6 %) and amino acid composition (9971 mg/100 g vs. 3454 mg/100 g), while remaining cost-competitive (285 UAH/t vs. 273 UAH/t). At the same time, porosity (72 % vs. 76 %) and moisture content (3.9 % vs. 4.1 %) are nearly identical.

Thus, oil-fat industry by-products are effective raw materials for extrusion due to their high protein content and balanced mineral composition. The optimal component ratio (40 % sunflower meal, 25 % soybean meal, 35 % oat groats) ensures high nutritional value and technological characteristics of the product. The developed feed surpasses commercial analogs in protein quality at comparable production costs, justifying its feasibility.

References:

1. Петік, І., Щербак, О., Хареба, О., Мироненко, Л., Боровкова, В., & Кібенко, Н. (2024). Розроблення екструдованого корму для тварин на основі відходів олієжирового виробництва. *Вісник аграрної науки*, *102*(9).

OPTIMIZATION OF BIOTECHNOLOGICAL INTERESTERIFICATION PROCESS FOR FAT SYSTEMS

Petik I.P., Belinska A.P., Fedyakina Z.P.
Ukrainian Research Institute of Oils and Fats of the Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Kharkiv

Enzymatic interesterification enables a global transformation of the oil and fat industry by replacing conventional hydrogenation methods. This technology is promising for producing specialty fats used in confectionery, bakery, dairy, and other food industries. Lipases exhibit both hydrolytic and interesterification catalytic properties, making them actively researched enzymes. Utilizing lipases with different specificity types allows for targeted interesterification. This method is safe, environmentally friendly, prevents trans-isomer formation, and is nearly waste-free. However, challenges arise due to process specifics, particularly the biphasic reaction system where substrate and product are in a water-immiscible liquid phase, while the enzyme acts at the phase interface. Technological hurdles include significant enzyme consumption due to insufficient process rationalization and leveraging hydrolytic enzymes to catalyze reverse reactions.

Enhancing enzymatic activity and reducing enzyme costs are critical tasks, achievable through modeling and optimizing biotechnological interesterification to improve catalytic activity and thermostability. Process refinement will minimize waste, rationalize processing regimes, and optimize material resource use. Thus, improving biotechnological interesterification is essential for producing safe, high-value fats with regulated composition while addressing industry demands for specialty fats. The physicochemical parameters (acid, peroxide, and anisidine values; phosphorus content; moisture; melting point) and fatty acid composition of raw materials (palm stearin, coconut oil, soybean oil) were determined, complying with DSTU 4439, DSTU 4562, and DSTU 4534 standards. Modeling and optimization of biotechnological interesterification using immobilized Lipozyme TL IM established that pre-humidification of the enzyme and pH adjustment of the aqueous solution reduce process duration by ~30 %. Optimal parameters include: 3 – 4 % sodium bicarbonate solution (by enzyme mass); pH 7.4 – 7.7. The interesterified fat produced via this improved method meets DSTU 4336 requirements, with: acid value: 0.26 mg KOH/g; peroxide value: 0.60 mmol ½ O/kg; anisidine value: 1.70 AU; moisture: 0.04 %; melting point: 33.2 °C [1]. These results demonstrate the efficacy of optimized biotechnological interesterification in producing high-quality fats with reduced processing time and resource consumption, supporting its industrial adoption for sustainable fat modification.

References:

1. Belinska, A., Bliznjuk, O., Shcherbak, O., Masalitina, N., Myronenko, L., Varankina, O., Samoilenko, S., Borovkova, V., Kibenko, N., & Timchenko, V. (2022). Improvement of fatty systems biotechnological interesterification with immobilized enzyme preparation usage. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, *6*(6 (120), 6–13.

INFLUENCE OF BETA-CAROTENE ON OXIDATION RATE OF ITS OIL SOLUTIONS

Petik I.P., Belinska A.P., Fedyakina Z.P.
Ukrainian Research Institute of Oils and Fats of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Kharkiv

Maintaining vegetable oil quality during production and storage remains a critical challenge for the oil and fat industry. All lipid products undergo oxidative deterioration, with the oxidation degree primarily determined by fatty acid composition – particularly the presence and spatial arrangement of unsaturated fatty acids in triglyceride molecules. The oxidation stability is further modulated by accompanying compounds such as phospholipids, tocopherols, carotenoids, and chlorophyll, which can either inhibit or accelerate oxidation depending on their specific composition and concentration. Consequently, comprehensive evaluation of oxidation requires multiple indicators beyond just peroxide value (which reflects primary oxidation products), necessitating a more holistic analytical approach [1]. Understanding these relationships enables better prediction of oil shelf life and optimization of both production processes and storage conditions.

This study specifically investigates how fat-soluble pigments influence the induction period of oil solution oxidation, with dual objectives: enabling accurate shelf-life prediction for carotenoid-rich oils and developing non-traditional refining methods that better preserve bioactive compounds. The research demonstrated beta-carotene's compensatory effect on chlorophyll A's pro-oxidant activity through several key findings. At equivalent concentrations (0.05 g/L), chlorophyll A showed minimal interference with beta-carotene's antioxidant properties, yielding nearly identical induction periods (371 versus 373 minutes). However, in systems containing 0.10 g/L beta-carotene combined with 0.05 g/L chlorophyll A, we observed an 8.4 % reduction in induction period (408 minutes) compared to beta-carotene alone (445 minutes), clearly demonstrating chlorophyll's capacity to accelerate oxidation even in the presence of antioxidants.These results lead to three important conclusions. First, while beta-carotene can partially offset chlorophyll-induced oxidation, it cannot completely neutralize chlorophyll's pro-oxidant effects at higher concentrations. Second, the relative ratio of pigments proves critical for oxidative stability, with 0.05 g/L chlorophyll A showing negligible impact on beta-carotene's antioxidant performance [1]. Finally, the findings support developing customized refining processes that maximize retention of beneficial carotenoids while minimizing the negative effects of chlorophyll, ultimately enhancing both the shelf life and nutritional value of vegetable oils. This approach could significantly improve oil quality parameters while maintaining compliance with industry standards and regulations.

References:

1. Петік, І. П., Литвиненко, О. А., Пономарьова, М. С., Діхтярь, А. М., Андрєєва, С. С., Баландіна, І. С., & Карюк, А. О. (2024). Вплив концентрації бета-каротину і хлорофілу на швидкість окиснення їхніх олійних розчинів. *Інтегровані технології та енергозбереження / Інтегровані технології промисловості*, (3).

DEVELOPMENT OF COMPOSITIONS FOR HYDROPHOBIC COATING

Pham V.A., Cherkashina G.M., Bliznyuk O.V., Lebedev V.V., Ryabchenko M.O.

National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

Hydrophobic coatings are becoming widely used in industry and in military technology. The coating is applied to various structural materials; the most popular choice in industry and military technology is the application of hydrophobic deposits on metal elements. One of the different types of hydrophobic coatings is anti-wrap (non-wrap) materials that prevent the growth of biological matter on the surfaces of lethal devices, various underwater and others ownership. Also, hydrophobic coatings are used for the difficult freezing of wires, parts of the fuselage of aircraft and unmanned aerial vehicles, installation of booths, etc.

The basis of hydrophobic coatings is made up of polymers, the structure of which ensures reduced adhesion of water molecules, low surface energy, as well as fractional particles that form the necessary structure and surface relief. To achieve optimal hydrophobicity of the surface, it is necessary to take into account both the characteristics of the coating and the strength of the surface itself. One of these powers is shortness. If the wool content is too high, the adhesion of water to the surface may increase; smooth surfaces may distort the molding of droplets.

Hydrophobic coatings are created according to technical requirements, arising from the necessary areas of their drying, the characteristics of possessing and other parameters, including the development of materials to replace imported coatings. Hydrophobic coatings are functional materials that ensure that the surfaces are resistant to moisture. The stench is also due to a number of related powers - anti-corrosion, anti-friction, waterproofness, self-cleaning properties (at the same time, with drops of water, contaminants are visible from the surface).

We develop functional hydrophobic coatings to preserve the performance characteristics of unmanned aircraft in harsh climates. The basis of the coatings was silicon organic rubbers, whose structure at elevated temperatures in the presence of polymerization initiators ensures high adhesion, durability at having reached a high level of protection from frost. Investigations were carried out to evaluate the resistance of drone propellers to freezing and their effectiveness in cold storage and ice formation. It was shown that during a year of testing at a temperature of -2°C, the propellers did not prevent the formation of ice; the loss of the effectiveness of the technical characteristics of the propellers and the damage to their aerodynamic characteristics were not identified.

DETERMINATION OF CHANGES IN ION CONCENTRATION IN A GAS MEDIUM

Prishchenko O. P., Chernogor T. T.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Let us determine how the total ion concentration in a gas medium changes with time t under irradiation by an ionizing radiation source, if at the initial moment of time at $t=0$ the concentration is $x=0$.

Let's rewrite the equation $\dfrac{dx}{v_r - k_p \dfrac{x^2}{4}} = dt,$ in the form of $\dfrac{dx}{\alpha\left(a^2 - x^2\right)} = dt,$

where $\alpha ::= \dfrac{k_p}{4} > 0, a^2 ::= \dfrac{v_r}{\alpha} > 0,$

or after integration $t = \dfrac{1}{\alpha}\int_0^x \dfrac{dz}{a^2 - z^2}.$

By decomposing the integrand function $\dfrac{1}{a^2 - z^2}$ on the sum of simplest rational functions

$$\frac{1}{a^2 - z^2} = \frac{1}{2a(a+z)} + \frac{1}{2a(a-z)}$$

and finding the first variables, we obtain $t = \dfrac{1}{2\alpha a}\ln\dfrac{a-z}{a+z}\Big|_0^x = \dfrac{1}{2\alpha a}\ln\dfrac{a-x}{a+z}.$

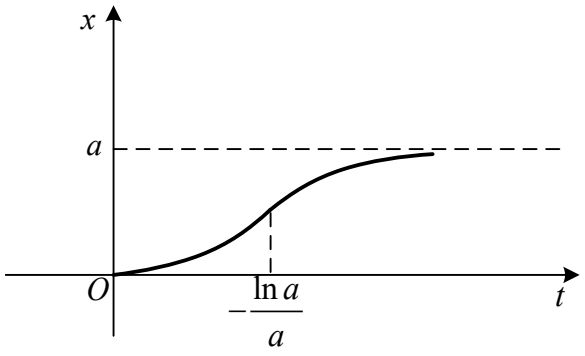


Fig. 1

So, $\dfrac{a+x}{a-x} = e^{2\alpha a t},$

whence (see Fig. 1) $x = a\dfrac{e^{2\alpha a t} - 1}{e^{2\alpha a t} + 1}.$

From the obtained relation we can see that after some time a constant concentration of ionized particles is established in the system, since

$$\lim_{x\to+\infty} a\frac{e^{2\alpha a t} - 1}{e^{2\alpha a t} + 1} = a = 2\sqrt{v_r / k_p}.$$

FINDING THE VELOCITY OF LAMINAR FLUID FLOW

Prishchenko O. P., Chernogor T. T.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Newton's basic law of viscous flow, is as follows:

$$F = \eta \frac{v_2 - v_1}{r_2 - r_1} S \qquad (1)$$

where F is the internal friction force; S is the layer area; v_1 and v_2 are the velocities of the layers, respectively, lagging behind the tube wall at distance r_1 and r_2; η is the viscosity coefficient.

Let the length of the tube be l and the pressure at its inlet and outlet holes be p and p_0, respectively. Based on the basic law of viscous flow (1), we obtain an expression for the flow velocity in differential form. For this purpose, let us select an elementary cylinder in the tube with length Δl and radius r by the value Δr (see Fig. 1). This cylinder will experience friction, the force of which, according to the law (1), will amount to $\Delta F = \eta \frac{\Delta y}{\Delta r} \Delta S$, where ΔS is the side surface area of the cylinder. Therefore $\Delta F = \eta \frac{\Delta y}{\Delta r} 2\pi r \Delta l$. The friction force is counteracted by the pressure force, which is equal to ΔF and opposite to it in direction, i.e., $\Delta F = -\pi r^2 \Delta P$, πr^2 – base area of the elementary cylinder; $P = p - p_0$

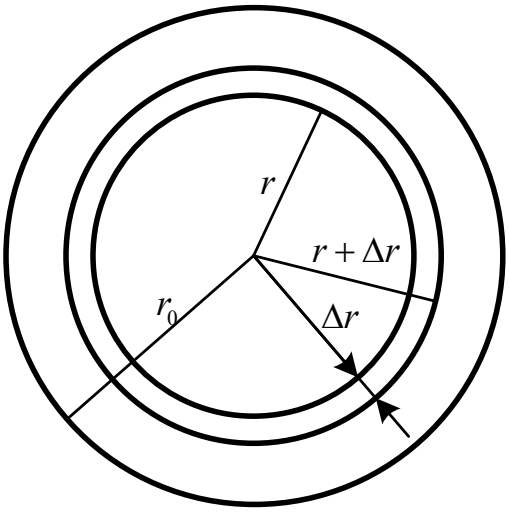


Fig. 1

Equating the first parts of the last two expressions of the increment ΔF, we obtain $\Delta v = -\frac{1}{2\eta} \frac{\Delta P}{\Delta l} r \Delta r$. Since the cross sections of the tube are the same along its entire length, the pressure in the tube is distributed uniformly and is equal to $\frac{p - p_0}{l}$. Therefore $\frac{\Delta P}{\Delta l} = \frac{p - p_0}{l}$. So, uh., $\Delta v = -\frac{1}{2\eta} \frac{p - p_0}{l} r \Delta r$, or in differential form $dv = -\frac{1}{2\eta} \frac{p - p_0}{l} r dr$. The simplest differential equation is obtained.

Let us find the laminar flow velocity as a function of r if the radius of the tube is r_0 and $v(r_0) = 0$. Integrating the last differential equation under the condition that $v(r_0) = 0$, we obtain $v = -\frac{p - p_0}{2\eta} \int_{r_0}^{r} \rho d\rho$, or finally

$$v = \frac{1}{4\eta} \frac{p - p_0}{l} \left(r_o^2 - r^2 \right).$$

MODERN PACKAGING TECHNOLOGIES THAT REDUCE THE USE OF CHEMICAL PRESERVATIVES

Prykhodko Y.R, Petrov S.O.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

In the modern food industry, consumers increasingly prefer products with minimal chemical additives, particularly preservatives. Traditional preservation methods, though effective, often rely on resources or chemicals that raise health concerns. This has led to the advancement of innovative packaging technologies that enhance shelf life while minimizing chemical use.

Vacuum packaging and modified atmosphere packaging (MAP) significantly reduce oxygen levels, thereby limiting microbial growth and oxidation processes in food. These technologies are especially effective for oxygen-sensitive products such as meat, fish, and vegetables, offering extended shelf life without additional preservatives [1].

Bioactive packaging integrates natural antimicrobial agents directly into packaging materials. These substances inhibit the growth of harmful microorganisms, making such packaging suitable for meat, dairy, and fish products. Additionally, these materials are often biodegradable, aligning with sustainability goals [2].

Biopreservation relies on beneficial bacteria that naturally produce antimicrobial compounds. These substances can replace chemical preservatives by suppressing spoilage and pathogenic microbes. For instance, strains like Lactobacillus rhamnosus have shown effective inhibition of spoilage bacteria in dairy applications.

Together, these modern technologies support the production of safer, more natural food products while also contributing to environmental protection. Their adoption in the food industry represents a crucial step toward sustainable, consumer-oriented production.

References:

1. Flavoring and Coating Technologies for Processing Methods, Packaging Materials, and Preservation of Food / A. El Ghorab et al. Food Processing and Packaging Technologies - Recent Advances. 2023.

2. Novel food packaging technologies: Innovations and future prospective / I. Majid et al. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences. 2018. Vol. 17, no. 4. P. 454–462.

IMPROVING THE SURFACE PREPARATION OF CAST ZINC ALLOYS BEFORE ELECTROPLATING

Rudyi M.H., Sydorov Ye.D., Leshchenko S.A.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

The application of galvanic protective and decorative coatings to zinc alloy parts usually does not cause any technological or technical problems. However, after short-term storage, swelling and peeling of the applied coating may appear on the surface of zinc alloy parts. This problem is often associated with the porosity of the zinc alloy. The surface of the cast parts has a relatively thin, porous casting crust, and pores form when the parts cool down after casting due to thermal shrinkage. Grinding the surface of zinc alloys can remove or reduce the thickness of the casting crust. On the contrary, galvanizing zinc alloy parts improves the structure of the surface layer by compacting the surface layer of the parts during impacts. A corrosive solution that enters the pores of a zinc alloy during chemical preparation of parts or during the coating process can cause corrosion with the simultaneous formation of hydrogen. It is the hydrogen pressure that causes the coatings to swell and peel off. Poor adhesion of the galvanic coating to the zinc substrate can be caused by a high concentration of sodium silicate in degreasing solutions. Sodium silicate is poorly washed off with water, and if you do not ensure thorough rinsing after degreasing, insoluble silicic acid can form on the surface during subsequent activation in an acidic solution. Therefore, despite the recommendation to use 20 – 30 g L^{-1} of sodium silicate in degreasing solutions for zinc alloys [1], we believe it is necessary to reduce its content to 10 g L^{-1} or less.

Zinc alloys are chemically active and have an electronegative potential, which causes difficulties with the application of galvanic coatings. The zinc base is unstable in both acidic and alkaline environments. Galvanic coating of a zinc alloy with a metal with a more electropositive potential leads to contact reduction of this metal by the zinc surface. This impairs the adhesion strength of the coating to the substrate. To improve the adhesion of the coating to the zinc alloy, pre-galvanizing is used. Given the amphoteric nature of zinc, it is better to use electrolytes that operate at close to neutral pH values for zinc coating. In our studies, the best result was achieved in the galvanizing electrolyte of the following composition: $ZnCl_2$ (30–60 g L^{-1}), NH_4Cl (150–180 g L^{-1}), H_3BO_3 (20–25 g L^{-1}). Optimal regime: pH = 5.5 – 6.0, t = 18 – 30 °C. Immediately before galvanizing, the parts should be kept in a solution of 60 – 80 g L^{-1} NH_4Cl to activate the surface. The workpiece is loaded into the galvanizing bath under current. For the first 20–30 seconds, the cathodic current density is 10 A dm^{-2}, then it should be reduced to 2–2.5 A dm^{-2}. The thickness of the zinc coating should be 2–3 microns.

According to the literature [1], galvanic coating of zinc parts is best started with cyanide copper plating. However, the problem is the toxicity of cyanide, so in this case, a pyrophosphate electrolyte can also be used. Before copper plating, activation with 40 g L^{-1} $K_4P_2O_7$ is mandatory. Copper plating electrolyte composition: $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ (30–40 g L^{-1}), $K_4P_2O_7$ (200–250 g L^{-1}), sodium citrate (30–40 g L^{-1}). At T = 40–50 °C and intensive stirring, the current density j = 1,5 A dm^{-2}. After applying 6 microns of copper from the pyrophosphate electrolyte, other galvanic coatings can be applied.

References:

1. Якименко Г.Я. Технічна електрохімія. Частина 3. Гальванічні виробництва: підручник / Г. Я. Якименко, В. М. Артеменко; за ред. Б.І.Байрачного // Харків: НТУ «ХПІ», 2006.– 272 с.

ANALYSIS OF TECHNICAL IMPROVEMENTS IN NITRIC ACID PROCESS

Rustamova A., Sincheskul O., Kobziev O., Deineka D., Volobuyev M.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

Over the past 20 years, the solution to the problem of increasing the efficiency of nitric acid process has been considered by many scientists. The author Kunchenko O.P. and colleagues proposed to rearrange the gas and liquid flows in the absorption column, which allows to increase the degree of NO_x processing [1]. Khan P. and Kroll E. developed a method to obtain gas for ammonia synthesis by combining the secondary reforming process with the use of oxygen from the air separation unit and water electrolysis. It allows to reduce the volume of CO_2 [2]. Ponomarev V.V. and colleagues used a hydrodynamic cavitation reactor to mix ammonia and air, which makes it possible to achieve a reduction in energy costs. [3]. The inventor Fuchs Y. developed a method for sealing and a sealing system of a burner basket in a burner for ammonia oxidation, which prevents gas leakage and increases the efficiency of the technological process [4]. The author Zakharov I.I. with colleagues proposed to proceed the oxidation of ammonia in the presence of nitric acid vapor when irradiating the reaction mixture with light together with the absorption of NO_x by a solution of H_2O_2. This method allows to avoid gas emissions of NO_x. The inventor Tyulpinov O.D. with colleagues developed a method for cleaning gas emissions from ammonia by oxidizing it on a mixture of iron-chromium and nickel-chromium catalysts, which allows to significantly increase the volumetric velocity of the gas flow [6]. The author Stolyarenko G.S. proposed to utilize the tail nitrous gases with an ozonized solution. This leads to the return of NO_x to the process and to increase the yield of the final product [7].

References:

1. Nitric acid process method : pat. 63483 Ukraine : C01B 21/40. № 2003 043773 ; app. 24.04.2003 ; publ. 15.12.2006, Bul. № 12. 6 p.

2. Method of producing gas for ammonia synthesis : pat. 11370 Ukraine : C01B 3/02, C01B 3/38, C01B 3/48, C01B 13/02, C01C 1/04, C25B 1/04. № a 2020 01261 ; app. 11.07.2018 ; publ. 21.09.2022, Bul. № 38. 6 p.

3. Nitric acid process method : pat. 121413 Ukraine : C01B 21/38. № u 2017 04318 ; app. 03.05.2017 ; publ. 11.12.2017, Bul. № 23. 7 p.

4. Device for minimizing side leakage in ammonia oxidation burners : pat. 110536 Ukraine : C01B 21/26, C01B 21/28, B01J 8/00, F23D 14/18. № a 2014 02830 ; app. 07.09.2012 ; publ. 12.01.2016, Bul. № 1. 7 p.

5. Nitric acid process method : pat. 81946 Ukraine : C01B 21/40. № u 2013 02290 ; app. 25.02.2013 ; publ. 10.07.2013, Bul. № 13. 6 p.

6. Method for cleaning gas emissions from ammonia: pat. 18531 Ukraine : B01D 53/54. № u 2006 04926 ; app. 03.05.2006 ; publ. 15.11.2006, Bul. № 11. 5 p.

7. Method for utilizing tail gases in non-concentrated nitric acid process : pat. 61393 Ukraine : B01D 53/56. № u 2010 11431 ; app. 27.09.2010 ; publ. 25.07.2011, Bul. № 14. 4 p.

ELECTROLYTIC NICKEL ALLOYS – STATUS AND PROSPECTS

Sakhnenko[1] M.D., Nenastina[2] T.O., Yar- Mukhamedova[3] G.Sh., Zellele[3] D.M.
[1]National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv,
[2]Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv,
[3]Al-Farabi Kazakh National University, Almaty

Currently, binary and multicomponent nickel alloys have found application in almost all branches of industry, utilities, medical industry and everyday life. This state of their application is due to a number of circumstances, in particular, they are used as a structure-forming matrix, an alloying component in the creation of synergistic compositions to improve functional properties, etc.

But recently, the use of nickel alloys has been limited in some areas of activity in order to prevent direct long-term human contact with products on the surface of which there is a coating of nickel or its alloys. The reason for this phenomenon is quite banal - it turned out that nickel alloys are a sufficiently allergenic material, which led to restrictions on their use in many countries even at the legislative level. However, this fact does not limit the use of nickel alloys in other areas of production, on the contrary, multicomponent alloys on a nickel base with refractory metals have become widespread. Such as molybdenum, tungsten, zirconium, vanadium, etc. And there were several reasons for this.

Firstly, such alloys are characterized by a high, and sometimes unique, level of functional properties - physicochemical, physicomechanical, electrophysical, etc., due to the implementation of synergistic effects of various natures.

Secondly, in the conditions of coprecipitation of nickel with the above metals, oxometalates are mainly used as their alloy-forming compounds, a characteristic feature of cathodic processes involving which is a staged reduction with the formation of oxide compounds of an intermediate oxidation state.

Under such conditions of the course of cathodic reactions, there is a high probability of the formation of metal-oxide composites, where nickel plays the role of the metal structure-forming matrix, and oxide compounds of refractory metals are incorporated into the composition of the composite electrolytic coating (CEC). This is precisely why the stability and efficiency of electrolytes significantly increases, since for the production of CEPs it is not necessary to introduce separate phases into the solutions, create conditions for their stabilization, use various anti-gravity devices, etc. It is precisely these methodological principles that formed the basis for our creation of a new generation of CEPs [1], as a product that is in great demand in industry.

Reference:

1. Yar-Mukhamedova G.Sh., Sakhnenko N.D., Ved M.V. Nanocomposite electrolytic coatings with defined functional properties. – Almaty: Kazakh University, 2020. – 180 p.

RESEARCH OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF MULTILAYER CERAMIC TILES

Sakhnenko M.D., Shabanova G.M., Korogodska A.M., Kryvobok R.V., Shchukina L.P., Voloshchuk V.V., Zakharov A.V., Ryshchenko O.S.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

Nowadays, in the field of building materials production, the modern direction of development is the use of resource-saving technologies. Constantly increasing requirements for the quality of construction products and growing competition among manufacturers force the development of materials with increased strength, resistance to aggressive environments, adjustable hardening speed, as well as concretes for various purposes: radio-absorbing, cementing, structural and thermal insulation, hydraulic, energy-efficient, luminescent, etc. The most important characteristics are decorativeness, strength and durability, and related to them are porosity, water absorption and frost resistance of the material. The development of such materials is a priority area for modern materials science.

In this work, granite crushed stone, granite screenings, washed river sand, and Portland cement were used as raw materials. The experimental tile samples were obtained using classical technology, but they had two layers (layer I (base) – a mixture with an additive for hard concrete mixtures to store the optimal amount of water while simultaneously preserving the geometric parameters of the products, layer II (textured) – a mixture with the addition of a hydrophobic sealant that disperses fine fractions in the concrete mixture).

To form a multilayer structure, the first layer was poured into the matrix and a vibrating table was used to compact the mixture for 30 seconds, then the second layer was poured and vibro-pressing was carried out with a pressure of 15…20 MPa. The molded tiles were kept in a humid environment for the next 12 hours before being moved to storage warehouses.

The physical and mechanical properties of the test specimens were determined according to current standards. The experimental values of the indicators were found as the arithmetic mean of 5 conducted studies. Analysis of the obtained results showed that 14 days after vibroforming, the test specimens of the tiles acquire 70…80% of the total strength and have the following properties: water absorption – 3.5%, apparent density – 2.2 g/cm^3, compressive strength – 38…45 MPa, which corresponds to the concrete class B 30 - B35 and the concrete grade M 400 - M 450.

Thus, according to the results of the experimental studies, a multilayer paving slab was obtained, which is characterized by a complex of high physical and mechanical indicators, due to the use of the optimal amount of additives for hard concrete mixtures for the main matrix and a hydrophobic sealer for the textured layer.

The research was carried out with the grant support of the National Research Foundation of Ukraine within the framework of the project 2021.01/0316 "Development of compositions of composite materials for road construction based on high-tonnage waste".

COBALT-VANADIUM COATING CORROSION BEHAVIOR IN AN ALKALINE ENVIRONMENT

Sakhnenko M.D., Zhelavska Yu.A., Rudneva S.I.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

Electrode materials for the electrochemical production of hydrogen must correspond a number of properties such as catalytic activity, corrosion resistance, sufficient hardness, have a long service life, which can reduce the cost of produced hydrogen. Co-V alloys have unique properties, such as high mechanical strength, thermal stability and the ability to form passive oxide films that effectively protect the material base from corrosion.

Co-V alloy coatings on steel samples from citrate electrolyte were deposited by galvanostatic mode. Corrosion studies were carried out in solution 2M NaOH, which is used for the industrial electrochemical production of hydrogen. The obtained coatings corrosion resistance was evaluated by the polarization dependence analysis, which includes the cathodic and anodic voltammograms recording in the corrosion potential zone. Corrosion current density (j_{cor}) was determined by the extrapolation of partial anodic and cathodic dependencies linear sections in Tafel coordinates lg$j$-ΔE.

The results of the Co-V alloys corrosion-electrochemical behavior studies demonstrate that vanadium content increase leads to better coating corrosion resistance compared to pure cobalt material (Fig. 1). Increase of vanadium content in the alloy shifts corrosion potential to the negative side, decreases the corrosion current which leads to a decrease in the corrosion rate.

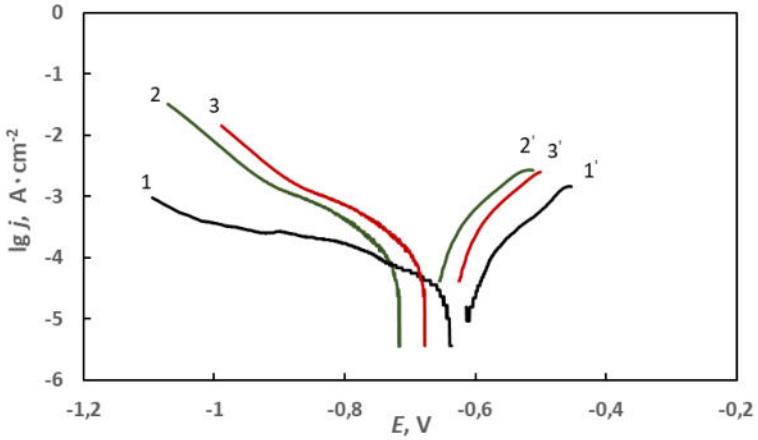


Fig. 1. Cathodic (1, 2, 3) and anodic (1', 2', 3') polarization dependences for steel electrodes with coating :1, 1' – Co; 2, 2' – Co-$V_{1.5}$; 3, 3' – Co-$V_{0,7}$ in an alkaline environment.

The corrosion potential shifts to the negative side due to the cathodic reaction inhibition in an alkaline environment as a consequence of the alloys surface passivation by low-soluble cobalt hydroxides limiting the depolarizer's access to the electrode surface.

Albeit vanadium is a relatively expensive element, its addition in small quantities provides a significant improvement of the alloy protective properties.

ALGORITHMS FOR STUDYING EXPERIMENTAL DATA IN CHEMICAL ENGINEERING OF TITANIUM DIOXIDE

Seleznov R.V., Bukhkalo S.I., Iglin S.P.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

An article is presented on the definition of the components of the study of the utilization of spent sulfuric acid (SSA) for the technology of titanium dioxide production https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/88721.

Chemical engineering of sustainable development of the utilization of hydrolytic sulfuric acid (HSA) of production processes is considered as examples according to algorithms https://doi.org/10.20998/2220-4784.2021.02.10

The study of the utilization of spent sulfuric acid (SSA) for the technology of titanium dioxide production is associated with the scientific justification and characterization of the components of technical solutions, for example, according to the hierarchy:

1. Classification-identification of the contact production process without an intermediate absorption stage https://doi.org/10.20998/2220-4784.2020.06.13.
2. Processes for obtaining iron sulfate from hydrolytic acid as an example of modern chemical engineering.
3. Evaporation of hydrolytic acid as processes with the release of iron sulfates https://doi.org/10.20998/2220-4784.2021.02.10.
4. Classification-identification of the processes of thermal decomposition of HSA with the production of sulfur dioxide.
5. Preparation of ammonium sulfate and extraction of V, Al, Ti, Cr compounds from hydrolytic sulfuric acid.

The essence of the research work on improving the innovative method of chemical engineering is considered as determining the hierarchy of energy consumption optimization of an integrated system of production processes using modern technological schemes of secondary raw materials. https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/88719

The study of chemical engineering objects is usually associated with varieties of intellectual property materials that include individual elements of scientific calculations https://doi.org/10.20998/2220-4784.2021.01.12 https://doi.org/10.20998/2220-4784.2020.05.06

The target tasks of the research using algorithms are related to determining the evaporation rate: preparation of the experiment and selection of parameters; conducting evaporation and recording parameters; mathematical data processing and analysis of results https://doi.org/10.20998/2220-4784.2021.02.11 https://doi.org/10.20998/2220-4784.2022.01.04 https://doi.org/10.20998/2220-4784.2022.01.05

INTEGRATION OF THE OPERATION OF A HOT WATER SUPPLY AND HEATING SYSTEM

Selikhov Yu.A., Gorbunov K.A., Peremot K.V., Alekseenko D.S.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

The energy crisis, the reduction of reserves of organic fuel and its increase in price dictates the need to use alternative energy sources. In this regard, the development of schematic and structural solutions with the use of new materials and equipment in the creation of automated power plants using solar energy are urgent tasks. The paper presents a two-circuit solar installation developed by us [1] for hot water supply and heating of buildings with round-the-clock computer control. New materials were used in the installation, an automation scheme using an automated workplace (ARM) was developed, and technical means of automation based on a complex of regulatory and functional blocks on a microprocessor controller of the KONTRAST "KR-500" series were selected. The installation automation system is managed by artificial intelligence. Artificial intelligence, controlling the operation of the two-circuit solar installation, provided round-the-clock computer control, protection of the installation from emergency modes, as well as signaling deviated from nominal modes and environmental protection.

This made it possible to extend the life of the equipment and reduce energy consumption [2]. The solar installation created according to the new scheme was installed in one of the boarding houses in the southern region of Ukraine. According to the main technological parameters: coolant heating temperature, specific heat flows and efficiency, a comparative calculation and analysis of the obtained experimental data of the new solar installation was performed, as well as economic and exergetic calculations [3] of the payback period of the new solar installation were made.

Conclusions. For the proposed technological scheme of the solar installation, the following were selected: new materials, equipment, technical means of automation, and a control scheme from the APM was developed. The results of the work of the solar installation showed: the payback period of the installation is comparable to the installation period of the entire installation - about four months; coolant temperature increased to 90 °C compared to the prototype - 63 °C; The efficiency of the installation increased to 92% compared to the prototype - 72%.

References:

1. Геліоводонагрівник. Патент України № 75178, Бюл.№ 3, 2006.
2. Полімерна композиція. Патент України № 72078 А, Бюл.№ 1, 2005.
3. Эксергетические расчеты технических систем: Справ. пособие/ Бродянский В.М. и др.: Под ред. Долинского А.А., Бродянского В.М. АН УССР. Ин-т технической теплофизики.- Киев: Наук. Думка, 1991.-360 с.

BIOLOGY OF MICROFUNGI OF THE GENUS ASPERGILLUS AS PROMISING OBJECTS FOR ECOBIOTECHNOLOGY

Siabro D.O., Belinska A.P.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute," Kharkiv

Microfungi of the genus *Aspergillus* are typical representatives of saprophytic microflora, widely distributed in natural and technogenic ecosystems, including soils, plant residues, composts, dust, atmospheric air, as well as environments with elevated temperature, acidity, or organic residue content. Their biological features – sporulation ability, formation of a powerful substrate mycelium, survival under stress conditions, active enzymatic and secondary metabolite activity – determine their significant biotechnological potential. One of the key characteristics of *Aspergillus* is the high level of production of hydrolytic enzymes: amylases, proteases, cellulases, xylanases, lactases, as well as secondary metabolites – organic acids, polymers, antibiotics, pentadienes, toxins, and pigments. Numerous studies have proven that *A. niger*, *A. terreus*, and *A. flavus* effectively degrade petroleum fractions, polycyclic aromatic hydrocarbons, chlorinated organic compounds, synthetic dyes, and phenolic compounds. In a patented biotechnological method [1], natural strains of *A. niger* were used to purify water contaminated with pesticides and heavy metals, employing enzymatic catalysis under aerobic conditions.

Research also indicates that co-cultivation of *A. fumigatus* and *A. oryzae* with microorganisms of the genera *Bacillus*, *Pseudomonas*, and *Rhodococcus* allows the formation of bioactive consortia capable of deep mineralization of petroleum-containing substances. In study [2], an enzymatically active biomass of *A. flavus* was developed and immobilized on natural carriers for prolonged use in biofilters and biosensors. These strains are capable of biosorbing cadmium, copper, lead, and zinc ions due to the presence of polysaccharides and melanin-containing structures in their cell walls. After adsorption, insoluble metal complexes form, reducing their mobility and toxicity in the natural environment.

The results of numerous studies demonstrate that micromycetes of the genus *Aspergillus* can be integrated into complex biopreparations for ecobiotechnological tasks, such as soil remediation, wastewater treatment, landfill leachate filtration, and regeneration of agricultural soils. Their biological safety, absence of mutagenic effects on plants, low energy cost of processes, and self-regenerating culture capacity make *Aspergillus* a promising candidate for developing sustainable and environmentally safe technologies in environmental protection.

References:

1. Teeratitayangkul, P., Phutthasimma, C., Wichai, S., & Phenrat, T. (2019). Rhizomicrobial-augmented mature vetiver root system rapidly degrades phenol in illegally dumped industrial wastewater. *Desalination and Water Treatment, 159*, 40–52.

2. Bhatt, P., Pathak, V. M., Bagheri, A. R., & Bilal, M. (2021). Microplastic contaminants in the aqueous environment, fate, toxicity consequences, and remediation strategies. *Environmental Research, 200*, 111762.

SILVER APPLICATION TECHNOLOGIES IN ANCIENT TIMES AND INNOVATIONS OF THESE TECHNOLOGIES IN OUR TIME FOR DISINFECTION OF WATER SYSTEMS

Smirnova S.D., Smirnova O.L.
National Technical Institute
"Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv,

Ancient civilizations were confident in the therapeutic effect of silver products on the human body and actively used silver and solutions based on it for medical purposes. Silver has a long and interesting history as an antibacterial agent. This metal was used to purify water, care for wounds, to make bone prostheses, catheters and various surgical instruments. The antimicrobial effect of silver, or rather positively charged silver ions and its compounds, is manifested in the ability to interact with negatively charged cell receptors of bacteria and fungi, bacterial and fungal cells, destroying their structure and destroying.

All the healing effects of silver are born from its electrical conductivity and thermal conductivity. Due to these properties, positively charged silver ions create a conducting field that reflects electromagnetic radiation from the body and, as a result, improves blood flow and equalizes body temperature. Silver ions are used to disinfect drinking water, impose antibacterial dressings on wounds and burns.

There are various methods for producing nano-silver, many classification methods, such as classification by reaction conditions, reaction precursors and the production mechanism. Silver (nano-silver) is used in medicine to treat wounds, ulcers, to sterilize and increase the shelf life of drugs, in dentistry, as well as in biology. Compared to traditional silver-based antibacterial agents, nano-silver obtained with the help of nanotechnology not only has a more significant antibacterial effect, but also has higher safety and has a longer effect.

In recent years, studies of nano-silver have achieved extremely rich results in the field of preparation, properties and applications. Nano-silver materials are widely used in ceramics, the electronics industry and environmentally friendly materials and have wide application prospects in the field of antibacterial materials, catalysts and electrode materials.

References:

1. H. Zhong, W. Ye, X. Wang и R. Sun Research Progress of Nanosilver // Hans Journal of Nanotechnology. 2012.V. 28 (5). 2012. p. 53.

2. L. Ren, F. Tang. Enhancement effect of Ag-Au nanopartiles on glucose bisensor sensitivity // Acta Chimica Sinica. 2002. 60(3). pp. 393-397.

3. Silver S. Bacterial silver resistance: molecular biology and uses and misuses of silver compounds // FEMS Microbiology Rev. 2003. V. 27(2-3). pp. 341-353.

CORROSION PROPERTIES OF ELECTRODEPOSIED MULTILAYER COATING BASED ON Cu-Zn/MWCNT COMPOSITE

Stepanova D.L., Maizelis A.O.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Brass plating is primarily used for rubberising steel components to prevent corrosion and as a decorative coating [1]. Over the past decade, copper-zinc alloy coatings have attracted increasing attention due to their potential applications as memory materials and as electrode materials. The incorporation of carbon materials can improve alloying properties, such as corrosion resistance, which extends the service life. Multilayer coatings are a promising type of composite coating matrix consisting of periodically alternating thin layers of metals or alloys [2, 3]. In this report, electrodeposition parameters for formation of multilayer composite coating with increased hydrophobicity and corrosion properties are considered.

The aim of the research was to evaluate the feasibility of incorporating multiwalled carbon nanotubes (MWCNTs) into multilayer coatings based on copper-zinc alloys. For this purpose, the kinetic regularities of electrode processes of copper-zinc alloy deposition from a pyrophosphate-citrate electrolyte in the presence of MWCNT and surfactant stabilizers were investigated, the conditions for the formation of composite multilayer coatings based on this alloy on carbon steel samples, the corrosion properties of multilayer and composite multilayer coatings, and the wettability of the coating surface with water were studied.

The effect of multilayer carbon nanotubes was investigated by analyzing the cyclic voltammetric curves and chronopotentiogramms of alloy film deposition. To study the electrode process, the CV method with a change in the potential scanning boundary and a delay at this value was used. It was found that under the conditions of the two-pulse galvanostatic method of multilayer coatings formation, the presence of MWCNTs in the electrolyte leads to an increase in the deposition potential of multilayer coatings layers at the same value of the current density. At the potentiostatic mode the values of the deposition current density of the composite coating layers are twice as high as those for the original multilayer coatings after 10 minutes. The hydrophobicity of the coating was evaluated by the angle of its wetting with a drop of water. Increase in copper content in the coating leads to higher polarization resistance and two times lower corrosion rate. The advantages of composite coatings with multilayer carbon nanotubes over the original multilayer coatings based on copper-zinc alloys have been revealed.

References:

1. *Oulmas C. et al. Comparative study of Cu–Zn coatings electrodeposited from sulphate and chloride baths / [C. Oulmas, S. Mameri, D. Boughrara et al.] // Heliyon. – 2019. – Vol. 5. – No. 7.*

2. Bharadishettar N., Kumar K., Bhat K. U. Compositionally modulated multilayer Cu-Zn alloy coatings fabricated using eco-friendly non-cyanide pulse electrochemical deposition. *Materials Today: Proceedings*. 2023. Vol. 92. P. 32-37.

3. Maizelis A. Stripping Voltammetry of Nanoscale Films of Cu–Zn, Cu–Sn, Zn–Ni Alloys. *Springer Proceedings in Physics*. 2021. Vol. 263. P. 323–336.

INVESTIGATION OF THE POSSIBILITIES FOR IMPROVING THE BIOTECHNOLOGY OF CAROTENOID PRODUCTION

Tkachenko A.O., Bliznjuk O.M., Masalitina N.Yu.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Carotenoids are natural lipophilic pigments with high antioxidant activity, widely used as food additives, pharmaceutical agents, and cosmetic ingredients. These compounds play a key role in human health, including vision protection, immune support, and reduction of oxidative stress. Among the various natural sources of carotenoids, microbial fermentation is gaining significant attention due to its sustainability, scalability, and controllability [1, 2].

The analysis of scientific research literature has shown that, one of the most effective biological producers of carotenoids, especially beta-carotene, is the zygomycete fungus *Blakeslea trispora*. This heterothallic microorganism requires the co-cultivation of (+) and (–) mating types for the induction of sexual reproduction, which is strongly associated with carotenoid biosynthesis. The accumulation of carotenoids in *B. trispora* cells is closely linked to the formation of zygospores and the expression of key biosynthetic genes, such as carRA, carB, and carT, involved in the desaturation and cyclization of lycopene precursors.

According to literature, optimal conditions for beta-carotene production include a temperature of 26 – 28 °C, pH 6.5 – 7.0, and a co-cultivation ratio of (+):(–) between 1:1 and 2:1. The supplementation of the culture medium with vegetable oils (soybean, corn, sunflower) significantly increases lipid availability, enhancing carotenoid biosynthesis. The addition of metabolic precursors and inhibitors of competing pathways (e.g., tripalmitin, norflurazon) further boosts productivity. Under optimized conditions, beta-carotene yields can reach up to 3.5 g/L in submerged fermentation systems [1, 2].

Furthermore, the use of agro-industrial by-products, such as molasses, corn steep liquor, and whey, as nutrient sources provides a cost-effective and environmentally friendly approach. The downstream recovery of carotenoids typically involves solvent extraction with acetone, hexane, or ethanol, achieving high extraction efficiencies exceeding 90 %.

Thus, *Blakeslea trispora*-based biotechnology represents a promising platform for natural carotenoid production. Continued research focused on metabolic regulation, strain improvement, and process optimization will contribute to the development of efficient and economically viable industrial processes for producing high-value carotenoids.

References:

1. Zheng, Q., Zhu, K., Wang, K., Wang, Y., Yu, X., Luo, W. // The photoinduced β-carotene synthesis in *Blakeslea trispora* is dependent on WC-2A / Frontiers in Microbiology. 2025. 16: 1554367.

2. Papadaki, E., Mantzouridou, F.T. // Natural β-carotene production by Blakeslea trispora cultivated in Spanish-style green olive processing wastewaters / Foods. 2021. 10(2): 327.

FEATURES OF TEMPERATURE CONTROL AND MANAGEMENT IN BREAD BIOTECHNOLOGY

Tytarenko M.P., Belinska A.P., Samoilenko S.I.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

The yeast *Saccharomyces cerevisiae* is a key microorganism in bread production, responsible for the dough fermentation process [1]. This biotechnological process requires precise control of temperature parameters, as they directly affect yeast activity, fermentation rate, and the quality of the final product. Optimal temperature management at different stages of bread production is critical to ensuring consistent product quality and energy efficiency.

Modern bakeries utilize various types of temperature sensors (resistance thermometers, thermocouples, infrared sensors) to enable continuous monitoring of dough temperature and air temperature in proofing and baking chambers. The most effective approach is a multi-level control system that involves placing sensors in different zones: inside the dough mass (to monitor fermentation), in the proofing chamber air (to regulate dough rising conditions), and in different zones of the oven (to ensure uniform baking). Automated control systems (ACS) based on programmable logic controllers (PLCs) allow dynamic regulation of temperature regimes at different production stages [2]. Special attention is given to pulse control systems, which prevent temperature fluctuations during intense heat generation in the fermentation process. A key challenge in bread production is the non-uniform temperature field within the dough mass and baking chamber, which can lead to uneven fermentation and baking. To address this issue, situational control systems (SCS) are recommended. These systems integrate data from temperature sensors, humidity sensors, pH meters, and carbon dioxide concentration sensors [1]. Such systems employ machine learning algorithms to predict temperature field dynamics and automatically adjust baking parameters. An important design consideration is the placement of backup temperature sensors and emergency temperature regulation systems. The implementation of computer-integrated monitoring systems with remote control functionality significantly enhances process reliability and efficiency.

Research has shown that optimal temperature control combined with modern ACS improves the quality of bakery products by 20 – 25 % and reduces energy consumption by 15 – 18 %. Further advancements in these technologies, particularly the application of artificial intelligence for temperature dynamics prediction, open new prospects for improving bread biotechnology.

References:

1. Jiang, Z.-J., Guo, X.-N., & Zhu, K.-X. (2025). Revealing the influence mechanism of pre-fermentation degree and storage temperature fluctuations on frozen steamed bread dough quality. *Food Chemistry, 464*(Part 3), 141915.

2. Pham, T., Tello, E., & Peterson, D. G. (2025). Identification of compounds that contribute to aroma liking of whole wheat bread. *Food Research International, 209*, 116192.

PLANNING THE PLACEMENT OF PRESSURE MONITORING AND CONTROL DEVICES IN THE PRODUCTION PROCESS OF DOXORUBICIN HYDROCHLORIDE USING STREPTOMYCES PEUCETIUS

Usov D.M., Belinska A.P.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

Streptomyces peucetius – gram-positive bacteria that are key producers of doxorubicin hydrochloride, a potent anthracycline antibiotic with antitumor activity [1]. The production of this drug requires careful control of physicochemical parameters, particularly pressure, as its fluctuations can affect aeration, oxygen dissolution, and the stability of biosynthetic processes. Optimal planning of pressure control device placement in fermentation systems is critically important for ensuring high doxorubicin yield and reducing energy consumption.

In industrial bioreactors for doxorubicin production, various types of pressure sensors (piezoelectric, capacitive, strain gauge) are used to monitor and regulate pressure in real time [2]. The most effective approach is the combined use of sensors at different sections of the bioreactor: in the upper part – for gas phase monitoring, in the liquid phase – for hydrostatic pressure analysis, and in outlet pipelines – to prevent excessive pressure buildup during product extraction. Automated control systems (ACS) based on programmable logic controllers (PLCs) enable dynamic adjustment of fermentation parameters by modulating gas supply or agitation speed depending on pressure readings [1]. One of the key challenges in doxorubicin production is pressure instability during aeration, which may decrease *S. peucetius* activity due to either insufficient oxygen saturation or oxidative stress. To mitigate these risks, situational control systems (SCS) are recommended. These systems integrate data from pressure, pH, temperature, and dissolved oxygen sensors [2]. Such systems employ neural network algorithms to predict optimal pressure values at different fermentation stages and automatically implement adjustments. An important planning consideration is the placement of backup sensors and pressure relief valves to prevent emergencies. Implementing computer-integrated monitoring systems with remote control capability significantly enhances process safety and efficiency. Research findings confirm that optimal pressure control device placement combined with modern ACS can increase doxorubicin hydrochloride yield by 15 –20 % while reducing energy consumption. Further development of these technologies, particularly through AI-based pressure dynamics prediction, opens new prospects for improving anticancer drug bioproduction.

References:

1. Yang, S., Gui, J., Zhang, Z., Tang, J., & Chen, S. (2024). Enhancement of doxorubicin production in *Streptomyces peucetius* by genetic engineering and process optimization. *AMB Express, 14*, 41.

2. Jiang, H., & Hutchinson, C. R. (2006). Feedback regulation of doxorubicin biosynthesis in *Streptomyces peucetius*. *Research in Microbiology*, *157*(7), 665-674

CATHODIC PROCESSES IN SOLUTIONS OF Fe(II) METHANOSULPHONATE

Viktorov V.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

In the repair and machine-building industry, galvanic coatings are applied in the following ways: galvanising, copper plating, tinning, chrome plating, nickel plating, ironing and deposition of a large number of alloys. Ironing has a number of significant advantages. Compared to chromium plating, these include lower electrolyte toxicity, high process speed, high current output, high coating thickness, lower coating stresses, and less coating flooding. Compared to nickel plating, zinc plating and copper plating, it has high roughness and wear resistance of coatings.

To substantiate the required concentration of iron (II) methanesulfonate in electrolytes and determine the technological parameters of the electrochemical plating process based on aqueous solutions of methanesulfonic acid, the kinetics of combined cathodic processes in the concentration range of 0.5...2.0 mol·dm^{-3} of iron (II) were studied. Thus, an increase in the concentration of iron (II) methanesulfonate leads to a decrease in the cathodic potential. This indicates an increase in the concentration of Fe^{2+} in the cathode layer. This has a positive effect on the course of the target process - iron reduction and inhibits the side process - hydrogen production.

Hydrogen release, which is combined with Fe^{2+} reduction, leads to watering of both the coating and the substrate. In turn, this causes the coating to become brittle and impairs its adhesion to the substrate. This is a significant problem.

For each concentration of Fe^{2+}, the current densities were determined, according to which the cathodic process is limited by the electrochemical stage - the reduction of Fe^{2+}. To assess the effect of combined hydrogen production on the cathode process, the volt-ampere characteristics of the cathode process in a solution of 0.5 mol·dm^{-3} iron (II) methanesulfonate on a copper electrode were studied. The Tafele plot of iron release on a copper cathode is characterised by a low overvoltage of about 80 mV and a wide range of current densities - from 0.004 to 0.1 A/cm^2. Similar indicators for the steel cathode in the studied electrolyte were: overvoltage - about 120 mV, current density range - from 0.001 to 0.01 A/cm^2. These results indicate a significant negative effect of the combined hydrogen release reaction on the precipitation of iron from the methanesulfone electrolyte.

The expediency of using 2 mol·dm^{-3} of iron (II) methanesulfonate for further research on the development of technological indicators of iron electroplating was established. It is this concentration of iron (II) methane sulfonate that allows for maximum inhibition of the combined cathodic process - hydrogen production.

ANALYSIS OF THE OCCUPATIONAL SAFETY SYSTEM AT METALLURGICAL ENTERPRISES

Volodina K., Ivashchenko M.
O.M. Beketov National University of Urban Economy, Kharkiv

Occupational safety is a cornerstone of the uninterrupted operation of metallurgical production, as the level of risk in this industry remains quite high. Effective safety management reduces injuries, improves working conditions, and increases productivity. The purpose of this paper is to study and analyze the measures aimed at improving workplace safety at Ukrainian metallurgical plants, using the example of the company «ArcelorMittal».

The assessment of occupational safety conditions is based on current Ukrainian legislation, in particular, the Law of Ukraine «On Occupational Safety» [1], as well as other regulatory acts. Key measures include workplace certification, analysis of working conditions, and the implementation of internal control systems. For example, ArcelorMittal operates an internal safety monitoring system, which allows for the prompt identification of risks. The main occupational safety measures include [2]:

1. Use of modern personal protective equipment (PPE) in accordance with the standard DSTU ISO 45001:2019 [3];
2. Regular training for employees and management on occupational safety issues [1];
3. Automation of hazardous production processes;
4. Improvement of ventilation systems and modernization of equipment to reduce the impact of harmful factors.

The effectiveness of implemented safety measures is evaluated by analyzing changes in injury rates, the number of workplace accidents, and occupational diseases. According to ArcelorMittal, several years after the implementation of new safety practices, there has been a reduction in incidents, increased employee motivation, and decreased staff turnover [2].

Compliance with legislation is a fundamental requirement for successful business operations. It is advisable to continue adopting international safety standards, such as ISO 45001 [4], improve internal policies, and strengthen oversight, particularly of contractors working on the enterprise's premises. Improving occupational safety in metallurgical plants is an essential part of enterprise development. Innovative solutions, modern protective equipment, and continuous staff training help minimize industrial risks and contribute to a higher overall safety culture in the industry.

References:

1. Law of Ukraine «On Labor Protection». URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12
2. ArcelorMittal website, URL: https://ukraine.arcelormittal.com/about/company-policies .
3. DSTU ISO 45001:2019 «Occupational health and safety management systems», URL: https://dl.kname.edu.ua/pluginfile.php/264852/mod_resource/content/1/dstu_iso_45001_2019.pdf .
4. ISO 45001 «Occupational health and safety management systems. Requirements with guidance for use», URL: https://dl.kname.edu.ua/pluginfile.php/264854/mod_resource/content/1/ISO%2045001%20engl.pdf

MODELING AND OPTIMIZATION OF PROBIOTIC BACTERIA – GUT MICROBIOTA INTERACTION PROCESSES

Yanping Hu, Belinska A.P.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

Modern probiotic biotechnology views the gut microbiota as a dynamic ecosystem where the efficacy of probiotic strains is determined by their ability to integrate and modulate the functional state of the microbial community. Mathematical modeling serves as a key tool for analyzing these processes, enabling the prediction of microbial population dynamics and optimization of therapeutic strategies. Among the most promising approaches are metabolic network models (e.g., Flux Balance Analysis), which reveal competitive and synergistic interactions between probiotics and resident bacteria [1]. Studies demonstrate that integrating metagenomic data with metabolic models allows for predicting how Lactobacillus or Bifidobacterium influence short-chain fatty acid (SCFA) production under varying environmental conditions. Accurate simulation of real-world conditions requires accounting for intestinal spatial heterogeneity, achieved through agent-based modeling. These models reproduce microbial distribution in the mucosal layer and gut lumen, predicting behavior based on localization. Optimizing probiotic formulations necessitates analyzing bacterial survival factors in vivo, including bile acid resistance and competition with autochthonous microbiota. Machine learning methods (e.g., Random Forest, neural networks) enable identification of key colonization parameters and optimal dosing, as evidenced by metatranscriptomic studies [2]. Personalized probiotic therapy relies on integrating multi-omics data (metagenomics, metabolomics) with artificial intelligence. For instance, in silico modeling of synthetic microbiomes allows testing probiotic effects in patients with dysbiosis or obesity. A promising direction involves microbiome-on-a-chip systems, where response surface methodology (RSM) algorithms optimize conditions mimicking gut physiology [1]. Key challenges remain, including limited data on intercellular communication and host influence. To address these, hybrid models combining systems biology with physiological parameters (e.g., gut motility, immune factors) are being developed. Blockchain technology implementation for clinical data analysis could enhance personalized prediction accuracy.

In conclusion, modeling probiotic-microbiota interactions enables a shift from empirical approaches to precision biotechnological solutions. Further progress will require interdisciplinary collaboration to develop integrated platforms capable of predicting individualized therapeutic efficacy.

References:

1. Elijah, J. I., Igere, B. E., & Butler, J. (2025). Effective alternative curing/clearance of biofilm associated and antibiotic resistant bacterial infections: A relevant probiotics model. *Biomedical Analysis, 2*(1), 8-15.

2. Wang, B., Klymenko, O. V., Gibson, R., Middleton, A., Elvin, S., Shinde, V., Sinka, I. C., & Wu, C.-Y. (2025). Predicting probiotic viability during tabletting using the finite element method integrated with a thermal tolerance model. *International Journal of Pharmaceutics, 672*, 125341.

GALVANIC REPLACEMENT ON SURFACE OF NdFeB MAGNETS IN PYROPHOSPHATE-CITRATE ELECTROLYTE FOR COPPER ALLOYS DEPOSITION

Yusupov D.O., Zaporozhets R.S., Maizelis A.O.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Permanent magnets, especially sintered NdFeB, are widely used in electronic, electromechanical, and other applications due to their strong magnetic properties. However, their porous structure and the reactivity of Nd and Fe make them highly vulnerable to corrosion, particularly in harsh environments like marine or acidic industrial settings. To prevent premature degradation, protective coatings are essential. Metal coatings such as Ni, Ni–P, Ni–Cu, and Zn are commonly electrochemically deposited [1]. Copper-zinc alloy is also promising for corrosion protection of these magnets.

One of the issues is existence of galvanic replacement in the electrolyte. During this process, oxidation of the magnet surface occurs on the anodic sections and copper deposition (or oxygen reduction) on the surface of the cathodic sections. Galvanic replacement occurs when magnet is immersed in the electrolyte before deposition. Adhesion of the coating that will be deposited on the magnet surface depends on the result of the galvanic replacement: the deposited copper layer may be compact or loose [2, 3].

The galvanic replacement in each system is studied using three curves [4]: change of the open circuit potential of the magnet in the electrolyte ("profile"), polarization curve on copper in electrolyte obtained by nonlinear polarization using profile data, polarization curve on magnet in font solution (electrolyte, in which copper ions are replaced by sodium ions), also polarized using profile data. From these three curves, it is possible to calculate the proportion of the surface area occupied by the cathodic sections, in this case copper, as well as the current density of contact exchange at each moment of the process. In the study the galvanic replacement in the surface of the NdFeB magnets in pyrophosphate-citrate solution of copper deposition is analyzed. This electrolyte is the main component of electrolytes for copper alloys coatings and is analyzed because copper participates in the galvanic substitution process as a more noble metal in these alloys.

References:

1. Long J., Xie X., Cai Y., Zhong S., Luo S., Zhang W., Yang M. Corrosion behavior and strengthening mechanism of Ni-Cu alloy coating on NdFeB magnets. *Surface Innovations.* 2024. Vol. 12. P. 481-492.

2. Maizelis A. Contact exchange in tetrafluoroborate-EDTA electrolyte for Cu-Sn alloy deposition. *Materials today: proceedings.* 2019. Vol. 6. P. 135-140.

3. Maizelis A. A., Bairachnyi B. I., Tul'skii G. G. Contact replacement of copper at copper plating of carbon steel parts. *Surface Engineering and Applied Electrochemistry*. 2018. Vol. 54. P. 12-19.

4. Patsay I., Maizelis Z., Maizelis A. Nonlinear potential scanning as a novel approach to calculation of the time variable galvanic replacement reaction rate. *ChemElectroChem.* 2022. Vol. 9. e202101274.

EFFECT OF ZIRCONIUM DIOXIDE ON THE CRACK RESISTANCE OF ARMOR ELEMENTS

Zakharov A.V., Ryabinin S.O., Maistat M.S., Ligezin S.L.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

During the operation of armor elements, especially under the impact of high-velocity projectiles, materials experience intensive shock loads that lead to the formation of microcracks [1-3]. These cracks can rapidly propagate and reduce the overall effectiveness of the protective system. One of the key tasks in the development of modern armor materials is to minimize the formation and spread of cracks, which directly affects the durability and effectiveness of armor protection.

The aim of this study is to determine the impact of yttrium-stabilized zirconium dioxide (ZrO_2) on the material's microstructure and its crack resistance.

The addition of yttrium-stabilized zirconium dioxide (Y_2O_3) effectively improves the mechanical properties of ceramic materials. Stabilized ZrO_2 contributes to the formation of a fine-dispersed crystalline structure with an even distribution of crystals, providing volumetric strengthening and reducing microstresses – the primary cause of crack formation during impact.

This modification increases crack resistance up to 8.1 $MPa \cdot m^{0,5}$ and maintains a high Young's modulus (~320 GPa), ensuring efficient energy dissipation and reducing local damage. The material demonstrates stability across a wide temperature range, which is critical for combat conditions.

The uniformly distributed structure minimizes the risk of large-scale cracking and can withstand multiple impacts while retaining its protective properties. This material is an effective component in multi-layer armor systems, combining high crack resistance with comprehensive protection.

Thus, the use of stabilized ZrO_2 significantly improves the microstructure, durability, and reliability of armor elements that meet the requirements of protection class 6.

Based on this, the use of stabilized ZrO_2 is a promising direction in the development of lightweight armor systems that offer a high level of protection with reduced weight and cost.

References:

1. Gogotsi, G. A., Drozdov, A. V., Swain, M. Strength, fracture toughness, and acoustic emission of ceramics based on partially stabilized zirconium dioxide. Strength of materials. 1991. Vol. 23, № 1. P. 45-51.

2. O. V. Savvova et al. High-Strength Spodumene Glass-Ceramic Materials. Strength of Materials. 2017. Vol. 49, № 3. P. 479–486.

3. O. V. Savvova et al. Technological Aspects of the Production of Optically Transparent Glass Ceramic Materials Based on Lithium-Silicate Glasses. Glass and Ceramics. 2018. Vol. 75, № 3-4. P. 127-132.

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ СИСТЕМ З ВИКОРИСТАННЯМ PVSYST ДЛЯ УМОВ УКРАЇНИ

Арсірій О.О., Денисова Є.С.
Національний університет «Одеська політехніка», м. Одеса

Для аналізу процесів, які відбуваються в фотоелектричних системах (ФЕС) використовується пакет програмного забезпечення прикладного програмного забезпечення PVsyst, яке є інструментарієм визначення енерго-економічної ефективності ФЕС, з урахуванням кліматичних умов, що дозволяє приймати обґрунтовані рішення щодо доцільності генерації енергії. PVsyst пристосовано для аналізу статичних і динамічних ФЕС, бо містить алгоритми, які дозволяють визначати зміну затінення, в т.ч. для ФЕС, які стежать за Сонцем. PVsyst має низку переваг: бази даних щодо елементів ФЕС з технічною документацією; метеорологічні бази даних; похибка розрахунків менше 2 %; можливість побудови 3D-моделей з урахуванням затінення, що є необхідним при практичній реалізації, з урахуванням архітектурних чинників; формування звіту. Використання PVsyst, дозволяє виявити чинники, які призводять до втрат енергії, що дозволяє обирати шляхи їх мінімізації. Використання PVsyst як інструментарію визначення ефективності автономної ФЕС (АФЕС) для кліматичних зон України виявив, що ця система здатна забезпечити потреби в електроенергії (ЕЕ) протягом року з автономію до 1,5 діб за рахунок АКБ, крім зимового періоду.

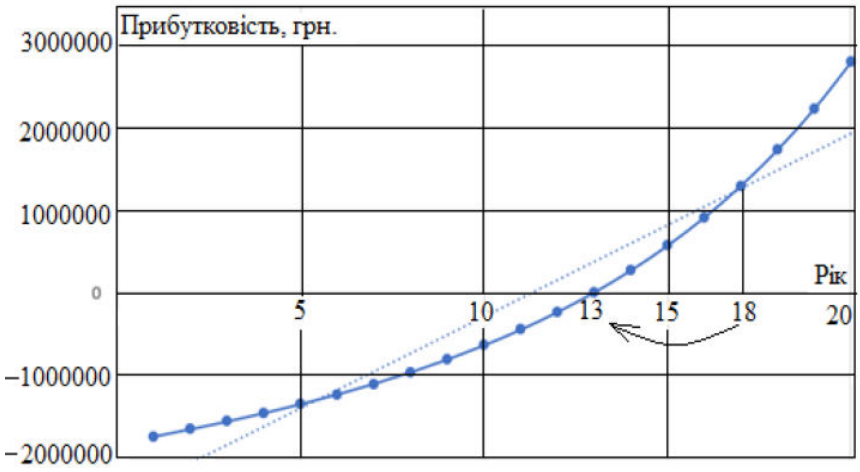


Рис. 1 – Фінансова ефективність АСЕС з урахуванням продажу електроенергії

Прибутковість та термін окупності ФЕС з урахуванням продажу згенерованої ЕЕ наведено на графіку (рис.1). При продажі ЕЕ від АФЕС в мережу можна зменшити термін окупності з 18 до 13 років.

Література.

1. Височин В.В., Нікульшин В.Р., А.Є. Денисова. Дослідження впливу орієнтації двосторонніх сонячних елементів на їх електричну потужність//Електротехніка і Електромеханіка, 2021, № 3, с. 47–52. https://doi.org/10.20998/2074-272X.2021.3.10

КОМПОЗИЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ НА БАЗІ ВІДХОДІВ ПОЛІЕТИЛЕНТЕРІФТАЛАТУ (ПЕТ)

Артищенко Б.К., Григоров А.Б.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Полімервмісні композиційні матеріали на основі відходів поліетилентерефталату (ПЕТ) набувають все більшого поширення в хімічній промисловості завдяки своїй високій хімічній стійкості (стійкі до дії кислот, лугів, солей, нафтопродуктів), стійкості до ультрафіолету, термостійкості (температура плавлення 248 – 250 °С), температурі гарячої кристалізації (194 – 205 °С), екологічності [1].

Серед основних напрямків застосування композитів на базі відходів ПЕТ у хімічній промисловості слід виділити наступні:

Антифрикційні деталі. ПЕТ-композити, армовані скловолокном, використовуються для виготовлення втулок, напрямних, підшипників ковзання та шестерень. Ці деталі працюють без мастила навіть у важких умовах експлуатації, в яких працює технологічне обладнання підприємств коксохімічної та нафтопереробної галузей промисловості.

Сорбційно-фільтрувальні матеріали. На основі відходів ПЕТ розробляються композиційні матеріали з сорбційними та фільтрувальними властивостями для очищення вод від іонів важких металів (Hg, Pb, Cd, As, Cu, Zn). Введення глинопорошків у волокнисті матеріали підвищує їх ефективність у водоочищенні.

Конструкційні елементи. ПЕТ-композити можна застосовувати для виготовлення: технологічного обладнання (ємностей, жолобів, лотків тощо), яке піддається впливу агресивних хімічних середовищ; зовнішнього футерування заводського обладнання; захисних гідроізоляційних та протикорозійних покриттів для подовження терміну служби металевих поверхонь трубопроводів (внутрішньозаводських та магістральних).

Слід зазначити, що використання відходів ПЕТ у промисловості, з одного боку, сприяє розвитку екологічно чистих технологій, з іншого – виробництву композиційних матеріалів з високими експлуатаційними характеристиками. Незважаючи на екологічність ПЕТ, необхідно впроваджувати ефективні стратегії збору його відходів, їх переробки та утилізації.

Орієнтуючись на щорічно зростаючий попит на екологічно чисті та високоякісні матеріали, полімервмісні композиційні матеріали на основі відходів ПЕТ мають значний потенціал для подальшого розвитку своїх експлуатаційних властивостей та впровадження в різні галузі промисловості.

Література:

1. Olam M. Mechanical and Thermal Properties of HDPE/PET Microplastics, Applications, and Impact on Environment and Life. Environmental Sciences. 2023. Chapter 5. pp.1-25.

АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ ТЕЧІЇ В НАСОСНОМУ АГРЕГАТІ АЕС ТА МОДЕЛЮВАННЯ КАВІТАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ

Бічев М.С., Планковський С.І.
Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова, м. Харків

Метою даної роботи стало встановлення можливості утворення кавітації в зазорі між лопатями робочого колеса та кожухом насосного агрегату, а також оцінка впливу конструктивних змін, зокрема збільшення зазначеного зазору, на параметри течії та на інтенсивність проявів кавітаційних явищ.

Вихідними даними для моделювання стали паспортні характеристики насосного агрегату, які передбачають роботу в межах витрати від 49 320 до 50 400 м³/год, при тиску 17,7 – 24,8 м вод. ст., кавітаційним запасом 13,2 м та ККД не менше 85 %. Конструкція агрегату – вертикальна з дифузором, робоче колесо обертається з частотою 330 об/хв. Побудова геометричної моделі здійснювалася на основі результатів 3D-сканування проточної частини, яке дозволило з точністю до 0,3 – 0,5 мм відтворити форму внутрішніх поверхонь. Модель була доопрацьована в SolidWorks та SpaceClaim, після чого застосовано модулі ANSYS Workbench: DesignModeler, TurboGrid для створення розрахункової сітки, CFX – для основного моделювання та DesignXplorer – для числового експерименту.

У ході дослідження встановлено, що максимальні швидкості течії у зазорі між лопатями та кожухом досягають 38 м/с при зазорі 2 мм, і зменшуються до 35,7 м/с при зазорі 4 мм. Одночасно, частка парової фази на поверхні кожуха у найбільш критичних зонах знижується з 75 % до 56 %, що свідчить про позитивний вплив збільшення зазору на зменшення інтенсивності кавітаційних процесів. Значний обсяг уваги було приділено числовому експерименту, в рамках якого змінювалися два параметри – величина зазору та температура води (від 20 до 32 °C). Виявлено, що незалежно від умов, у зазорі між лопатями та кожухом формується парова фаза з високим вмістом пари, що свідчить про стійке утворення щілинної кавітації.

З огляду на результати дослідження, сформульовано такі висновки:

1. У зонах, де спостерігались сліди інтенсивної корозії, утворюється щілинна кавітація, що може бути причиною пошкоджень поверхонь кожуха.

2. Збільшення зазору між лопатями робочого колеса та кожухом до 4 мм зменшує швидкість потоку та об'єм парової фази, тим самим знижуючи ймовірність руйнувань.

3. Для підвищення точності майбутніх розрахунків рекомендовано врахувати реальний кут розвороту лопатей.

ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ РОЗРАХУНКУ БАЛАНСУ НАПРУГИ МЕМБРАННОГО ЕЛЕКТРОЛІЗЕРА ДЛЯ ЕЛЕКТРОЛІЗУ ВОДИ

Богданов А.Р., Бровін О.Ю.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Загальне світове споживання водню промисловістю наближається до 100 млн. т., а основними споживачами є виробництва аміаку, метанолу та металургія [1]. Також потрібно відзначити стабільне зростання використання водню в енергетиці. Застосування водню в цій галузі радикально підвищить її екологічність та вирішить проблему збереження енергії відновлюваних джерел. Проте сучасні методи виробництва водню, ґрунтуються здебільшого на використанні викопного палива. Нині понад 95% водню отримують з використанням парового риформінгу метану або газифікацією вугілля [1]. У цих випадках разом із воднем утворюється велика кількість парникового газу - CO_2.

Екологічно чистою альтернативою хімічним методам виробництва водню є електрохімічна технологія - електроліз води, продуктами якої є кисень і водень високого ступеню чистоти. У цьому випадку основною проблемою є високі питомі витрати електроенергії, тому підвищення енергетичної ефективності електролізу є актуальним і важливим науково-технічним завданням. Технологія електролізу води з використанням протонпровідних мембран (proton exchange membrane, PEM) є енергоефективною і забезпечує генерацію водню під значним тиском (до 50 атм), що частково вирішує питання зберігання газу. Технологія PEM-електролізу є досить гнучкою і добре пристосована до коливань струмового навантаження, а отже здатна працювати з використанням енергії відновлюваних джерел, ефективно використовуючи сонячну і вітрову генерацію.

У роботі представлено вдосконалену методику розрахунку балансу напруги PEM-електролізеру сучасної конструкції з урахуванням температури, парціальних тисків реагентів, електрокаталітичної активності електродів і властивостей протонпровідної мембрани [2]. Використання такої методи дозволяє обчислити напругу ячейки і стеку з урахування активаційних і омічних втрат. Розраховано матеріальний баланс, який враховує електроосмотичний перенос води через мембрану. Такі обчислення є важливими для оптимізації конструкції і прогнозування експлуатаційних характеристик дослідно-промислових і промислових електролізерів.

Література:

1. Ajanovic A., Sayer M., Haas R. The economics and the environmental benignity of different colors of hydrogen. International Journal of Hydrogen Energy. 2022.

2. Dale N. V., Mann M. D., Salehfar H. Semiempirical model based on thermodynamic principles for determining 6kW proton exchange membrane electrolyzer stack characteristics. Journal of Power Sources. 2008. Vol. 185, no. 2. P. 1348–1353.

БЛИЖНЯ СОЛЬВАТАЦІЯ ОДНОЗАРЯДНИХ ЙОНІВ У АПРОТОННИХ РОЗЧИННИКАХ

Булавін В.І[1], В'юник І.М.[2], Крамаренко А.В.[1], Русинов О.І[1]

[1]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

[2] Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразіна, м. Харків

Наведені результати вивчення кінетичної сольватації 20 однозарядних йонів у диметилсульфоксиді (ДМСО) і ацетоні. Показано, що ці йони за їх характеристиками (електронна структура, густина заряду, механізм сольватації та інші) можна умовно поділити на групи:

1. ліоній - йони, які утворюються під час автоіонізації молекул розчинника;
2. катіони лужних металів (Li^+, Na^+, K^+, Rb^+, Cs^+);
3. тетраалкіламоній (ТАА) йони (Me_4N^+, Et_4N^+, Pr_4N^+, Bu_4N^+, Pe_4N^+).;
4. галогенід-йони (F^-, Cl^-, Br^-, I^-);
5. інші аніони (NO_3^-, CSN^-, ClO_4^-, BPh^-).

Тип сольватації (позитивна, негативна) визначали за методикою [1].

Ліоній-йони цих апротонних розчинників - ацетоній ($(CH_3)_2COH^+$) та диметилсульфоксоній ($(CH_3)_2SOH^+$) – сольватовані позитивно, тобто є космотропами, укріплюють структуру розчинників. Сольватація цих йонів відбувається за звичайним механізмом, коли йони закріплюються в структурі молекул розчинника.

Космотропами є і катіони лужних металів. Із зменшенням густини заряду спостерігається зменшення впорядкованості йонів у їх сольватних оболонках. Інтенсивність цього процесу є більшою у ДМСО.

Позитивно сольватовані йони ТАА більш міцно зв'язані молекулами ацетону. При переході від Me_4N^+- до Et_4N^+-йону позитивність сольватації зменшується, а далі – при зростанні радіусів ТАА-йонів – збільшується.

Сольватація галогенід-йонів та ClO_4^- йона має переважаючу електростатичну природу. Із зростанням радіусу аніона взаємодія йон-молекула розчинника послаблюється, особливо у ДМСО.

Йон BPh_4^- є космотропом внаслідок утворення великих за розміром клатратних структур, особливо в ацетоні.

Майже однаково йон NO_3^- позитивно сольватован і в ацетоні, і в ДМСО.

Роданід-йон CSN^- виявляє космотропні властивості у ацетоні. Але на відміну від інших йонів при переході від менш полярного розчинника (ацетона) к більш полярному (ДМСО) відбувається найбільш значна зміна механізму його сольватації. Якщо структура $(CH_3)_2CO\ldots CSN^-$ є міцною, то в іншій структурі $(CH_3)_2SO\ldots CSN^-$ цей йон слабко закріплений, що вказує на майже відсутність його сольватації. Мабуть, при більш високій температурі він буде хаотропом, тобто руйнівником структури розчинника.

Література:

1. Bulavin V.I., Vyunnik I.N., Kramarenko A.V., Minakov V.A. Kinetic Solvation of Singly Charged Ions in Infnitely Dilute Solutions in Ethylene Glycol: Efect of Temperature // J. Solut. Chem., 2022. № 11. – P.1334-1352.

ІННОВАЦІЙНІ ДОСЛІДЖЕННЯ У НАУКОВИХ РОБОТАХ СТУДЕНТІВ – 15 РОКІВ РОБОТИ ВІСНИКА НТУ «ХПІ»

Бухкало С.І.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Наукова тематика секції Вісника НТУ «ХПІ» сприяє розвитку технологій інноваційного навчання і науково-технічної творчості студентів – безперервному формування у студентів як бази фундаментальних та професійних знань, так і організаційних навиків. Згідно з освітньо-кваліфікаційною характеристикою випускника вищого навчального закладу основними складовими його освіти є виховання, професійна підготовка та розвиток його особистості. Впровадження в навчальний процес запропонованої концепції комплексного ігрового проектування сприяє розвитку інтелектуальних та організаційних здібностей студентів, формує навички самостійної, організаційної та колективної діяльності, креативність та особистість керівника, що загалом сприяє інтенсивному розвитку науково-технічної творчості випускників вищих навчальних закладів. На кафедрі ІТПА проводили ігрове курсове проектування на базі розроблених завдань з оптимізації процесів енергоефективності. Об'єктом проектування вибрані багатотоннажні полімерні відходи тари і пакування https://doi.org/10.20998/2220-4784.2022.02.03 https://doi.org/10.20998/2220-4784.2023.01.10 Ціль проектування – оптимізація експерименту з залученням методів математичного моделювання до сфері утилізації полімерних відходів різними методами з метою розширення сировинної бази полімерних матеріалів для виробництва різноманітних за асортиментом та конструкцією виробів.

Представлені можливості комплексного інноваційного навчання студентів можуть бути застосовані для різновидів галузей сучасної хімічної та харчової інженерії як цикл з відповідних напрямків інноваційного розвитку співпраці асоціацій EFCE та CFE-UA і спрямовані на формування навичок створення й опису систем різного рівня складності. Досягнуті наступні конкретизовані результати за деякими питаннями з теми інноваційних досліджень: основна мета представленої розробки – освоєння нових компетентністних навчальних технологій з організації, виконання та упровадження комплексного міжвузівського інноваційного проектування для забезпечення активізації технічної творчості студентів на усіх напрямках навчання; за результатами комплексного інноваційного проектування з метою розповсюдження інформації про інноваційні методи навчання опубліковано у 2020–2025 навчальному році понад п'ятнадцяти статей та 20 тез на міжнародні конференції сумісно зі студентами.

ОПТИМІЗАЦІЯ ЛІПІДНОГО ПРОФІЛЮ СИРКІВ ГЛАЗУРОВАНИХ ДЛЯ СПОРТСМЕНІВ

Буштець Д.С., Чагаровський О.П.
Одеський національний технологічний університет, м. Одеса

Сучасні технології виробництва білкових продуктів для спортсменів передбачають не лише високий вміст повноцінного білка, але й оптимальний ліпідний профіль, зокрема збалансоване співвідношення омега-6 до омега-3 жирних кислот. Перевага омега-3 жирів є важливою для зниження запалення, підтримки серцево-судинного здоров'я та швидкого відновлення після фізичних навантажень. З огляду на наповнення ринку високобілкових продуктів для харчування спортсменів, слід зазначити, що лідирують на ринку з часткою 49,2 % у 2023 році протеїнові батончики з темпом зростання 5 %, на другому місці – високопротеїнові йогуртові продукти з темпом зростання 8 % [1, 2]. Дані щодо ринку сирків глазурованих для спортсменів менш доступні, однак, загальні тенденції вказують на зростаючий інтерес до високопротеїнових ферментованих молочних продуктів, тому актуальність розроблення цих високобілкових продуктів для спортсменів зростає.

Мета роботи – оптимізувати ліпідний профіль глазурованих сирків для спортсменів шляхом цілеспрямованого внесення джерел жирних кислот з різним профілем – насіння льону або чіа (як джерела омега-3) до сирної маси, насіння кунжуту (як джерела омега-6) – до шоколадної глазурі.

Базова рецептура включала біфідо-сир кисломолочний (як білкову основу) з додаванням біфідо-сиру альбумінового або концентрату сироваткових білків, отриманих ультрафільтрацією (як джерел сироваткових білків). Як ліпідні компоненти застосовували подрібнене насіння льону або чіа у кількості 2 – 3 % від маси сирної основи та подрібнене насіння кунжуту (1 – 2 %) до складу шоколадної глазурі. Аналізували показники якості структури, вологозв'язувальної здатності, а також орієнтовне співвідношення омега-6 : омега-3.

Висновок. Додавання насіння льону або чіа до сирної маси сприяло підвищенню вмісту омега-3 жирних кислот, формуванню ніжної консистенції завдяки гелеутворювальним властивостям. Внесення кунжуту до глазурі надавало продукту приємної хрусткості, збагачувало його антиоксидантами та забезпечувало внесення омега-6. Збалансоване співвідношення компонентів дозволило досягти співвідношення омега-6 : омега-3 у межах 1,0 : 1,0 – 1,5 : 1,0, що відповідає сучасним дієтичним рекомендаціям для спортсменів.

Література:

1. Protein Bar Market Size, Share & Trends Analysis Report By Type (Sports Nutritional Bars, Meal Replacement Bars), By Protein Source, By Distribution Channel, By Region, And Segment Forecasts, 2024–2030? 2024. 100 p. https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/protein-bar-market-report. (дата звернення 20.03.2025 р.).

2. High-Protein Yogurt Market: Trends & Growth Insights. https://marketmindsadvisory.com/high-protein-yogurt-market-trends/?utm_source=chatgpt.com. (дата звернення 20.03.2025 р.).

ВИКОРИСТАННЯ ВТОРИННОГО ПОЛІЕТИЛЕНУ ПРИ СТВОРЕННІ ЗАХИСНИХ ПОКРИТТІВ НАФТО- І ГАЗОПРОВОДІВ

Гаіпов А.Я., Григоров А.Б.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Захист поверхні нафто- і газопроводів є критично важливим для забезпечення їхньої довговічності, надійності та безпечної експлуатації, що, у остаточному підсумку, сприяє зниженню ризику виникнення серйозних аварій та економічних втрат.

Перспективним напрямом у сфері створення покриттів задля ефективного захисту нафто- і газопроводів від корозії, механічних пошкоджень та температурних коливань можна вважати використання вторинного поліетилену (HDPE та LDPE).

Внаслідок хімічної інертності, поліетиленові покриття ефективно захищають металеві поверхні від впливу вологи та агресивних хімічних середовищ. Забезпечують захист від механічних пошкоджень під час транспортування та експлуатації нафто- і газопроводів. Покриття зберігають еластичність при низьких температурах, що важливо для регіонів з холодним кліматом, є стійким до ультрафіолетового випромінювання та температурних коливань, що подовжує терміни експлуатації нафто- і газопроводів.

Технологія створення захисного покриття нафто- і газопроводів з вторинних поліетиленів складається з послідовних стадій та у загальному вигляді представлена на рис. 1.

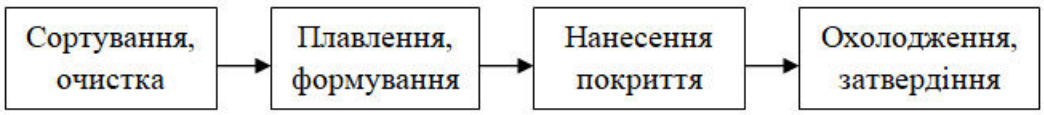


Рис. 1. Технологія створення захисного покриття нафто-газо-проводів

Власне нанесення покриття здійснюється як методом екструзії (гранули поліетилену подаються в екструдер, де розплавляються та через форсунку наносяться на поверхню труби), так і методом розпилення (розплавлений поліетилен наноситься на трубу за допомогою спеціального розпилювального обладнання, що забезпечує рівномірне покриття) [1].

Використання вторинного поліетилену для створення захисних покриттів нафто- і газопроводів є ефективним способом поєднання екологічної утилізації з підвищенням надійності інженерних систем.

Література:

1. ДСТУ-Н Б А.3.1-29:2015 Магістральні трубопроводи. Нанесення захисних покривів та улаштування теплової ізоляції. Настанова. [Чинний від 2016-04-01]. Вид. офіц. Київ, 2016. 108 с.

ЩОДО ПІДХОДУ ДО СТВОРЕННЯ ШИРОКОСМУГОВИХ РАДІОПОГЛИНАЮЧИХ МАТЕРІАЛІВ

Гребенюк О.О., Федоренко О.Ю., Лігезін С.Л.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сучасні радіопоглинаючі матеріали (РПМ) є композитними і зазвичай складаються з полімерної матриці та електропровідних (сполуки карбону, метали) та/або магнітних (ферити, карбонільне залізо) наповнювачів. Це дозволяє збільшити поглинаючу здатність РПМ за рахунок одночасної реалізації кількох механізмів поглинання електромагнітного випромінення (ЕМВ) та забезпечити узгодження імпедансів, що дозволяє зменшити відбиття хвиль, які вловлюються сучасними радіолокаційними станціями (РЛС), які показані на рис. 1.

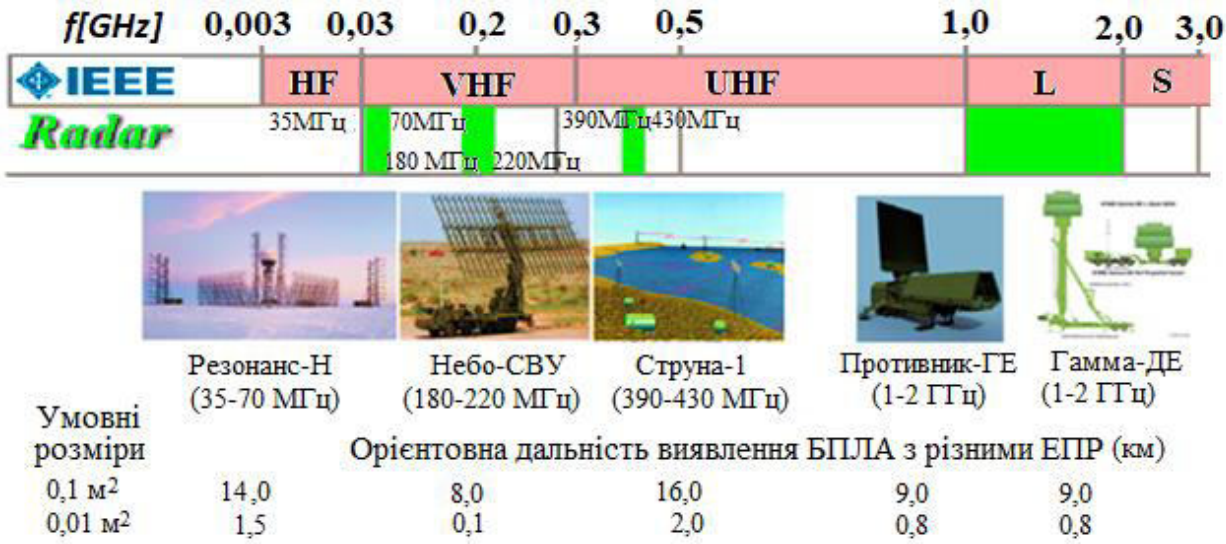


Рис. 1. Технічні характеристики радіолокаційних станцій РФ

Фундаментальним викликом для створення ефективного поглинача є забезпечення ефективного поглинання у широкому діапазоні частот (рис. 1). Перспективним шляхом вирішення цієї проблеми є створення багатошарових радіопоглинаючих покриттів, структура яких забезпечить максимальну площу взаємодії з ЕМВ при збережені інших експлуатаційних властивостей.

Метою роботи є розробка методології створення метаматеріалів для ефективного поглинання сигналів радіолокаційних станцій, що відрізняються за частотним діапазоном. Запропоновано підхід, який включав визначення діелектричних і магнітних характеристик матриці і наповнювачів різної природи, прогнозні розрахунки коефіцієнтів поглинання та відбиття електромагнітних хвиль, а також хвильового імпедансу для різних комбінацій компонентів при варіюванні товщини покриття. Реалізація отриманих даних дозволить створити ефективні гібридні РПМ та підвищити виживання техніки.

УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНИМИ РИЗИКАМИ: НЕБЕЗПЕКИ В ХАРЧОВОМУ ЛАНЦЮЖКУ ЛЮДИНИ

Григор'єва Є.С., Гармаш Б.К., Власенко К.Г., Спірін В.Г.
Український державний університет залізничного транспорту, м. Харків

Остаточне вирішення проблеми очищення океанів полягає у скороченні споживання та переробки відходів пластику. Незважаючи на те, що поінформованість відіграє важливу роль, запровадження законів та стандартів є правильним рішенням, оскільки змушує людей та компанії брати на себе відповідальність та обмежувати використання пластику. За даними Всесвітнього економічного форуму (ВЕФ), зараз Світовий океан забруднюють від 75 до 199 млн. тонн пластику. Це відбувається через те, що людина переробляє лише 9 % пластикових відходів і щорічно викидає в моря 10 млн. тонн.

Науковці вважають, що в океані міститься 24,4 трильйони мікропластику - фрагментів пластику довжиною менше п'яти міліметрів, або розміром з кунжутне насіння – вагою від 82 000 до 578 000 тонн. Швидше за все їх більше. Більшість мікропластику потрапляє в організм людини із синтетичного одягу, засобів особистої гігієни, шин, міського пилу, а також внаслідок розпаду пластикових уламків. Сучасні технології не дозволяють відфільтрувати їх на очисних спорудах, тому більша їх частина вимивається в – море і потрапляє в океан або осадові породи. Зразок донних відкладень, узятий біля узбережжя Санта-Барбари (штат Каліфорнія), показав вміст пластику за період з 1870 по 2009 рік. У шарах, що належать до періоду з 1945 до 2009 р., дослідники виявили пластикові волокна розміром один міліметр і менше. З часом їх кількість подвоювалася кожні 15 років, що відображає реальні темпи світового виробництва пластику. За оцінками австралійських дослідників, які аналізували океанічні відкладення, на дні океану зараз перебуває майже 15,5 млн. тонн мікропластику.

Морські тварини поїдають мікропластик, а отже, і токсичні хімічні речовини, які були додані для надання вихідному пластиковому виробу гнучкості, кольору, водонепроникності або вогнестійкості. Мікропластик також може вбирати інші токсичні хімічні речовини та переносити шкідливі бактерії. Доведено, що вони завдають шкоди морським мешканцям, порушуючи репродуктивну систему, сповільнюючи ріст, викликаючи запалення тканин та пошкодження печінки. Оскільки мікропластик був виявлений у всіх морських організмах, навіть у кишечнику крихітних ракоподібних у найглибших океанських западинах, він є частиною харчового ланцюга і споживається людиною. Мікропластик вже був виявлений у крові, фекаліях та плаценті ненароджених дітей, проте досі не було проведено великих досліджень про те, як мікропластик впливає на здоров'я людини. Ці крихітні мікропластики співіснують з багатьма іншими мінералами і дрібними частинками, такими як мул, глина, рослинні залишки, чорний вуглець - різними частинками, як природними, так і антропогенними. Вони мають схожий розмір і щільність, тому важко ефективно відокремити мікропластик від інших частинок. З точки зору концентрації або маси, мікропластик, ймовірно, становить менше 0,1% від загальної маси цих частинок.

УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНИМИ РИЗИКАМИ: РИЗИКИ ВЖИВАННЯ ГМ-ПРОДУКТІВ

Григор'єва Є.С., Катковнікова Л.А., Григор'єв Ю.В., Масалітіна Г.І.
Український державний університет залізничного транспорту, м. Харків

Біологічна безпека – стан, при якому дія біологічних об'єктів або їх компонентів, речовин, з них отриманих не викликають генетичних, біохімічних змін в організмі [1]. Біологічна безпека пов'язана із загальним станом довкілля, соціально-екологічним станом оточуючого природного середовища. Традиційним проявом біологічної небезпеки є масові захворювання, епідемії, пандемії серед людей та епізоотії серед тварин [2]. В останній час, у зв'язку із станом довкілля хворіють не тільки люди, тварини, але і рослини.

Розробка методів захисту від біологічної небезпеки стала особливо актуальною тепер, коли з'явилися методи синтезу генів, не існуючих в природі – штучні гени, методи рекомбінації природних генів – генна інженерія. Через надмірну хімізацію оточуючого середовища, збільшення інтенсивності жорсткого ультрафіолетового випромінювання відбуваються спонтанні мутації і перед усім в мікроорганізмах. В результаті виникають вірулентні мікроорганізми, здатні викликати нові хвороби, небезпечні перед усім для людей.

Генетична модифікація – це особливий набір генних технологій, що змінює генетичний апарат таких живих організмів, як тварини, рослини чи мікроорганізми. Об'єднання генів різних організмів відоме як технологія рекомбінантної ДНК, а отриманий в результаті організм називається генетично модифікованим (ГМ), генно-інженерним або трансгенним. Основними трансгенними культурами, що вирощуються в комерційних цілях у польових умовах, є стійкі до гербіцидів та інсектицидів соєві боби, кукурудза, бавовна та ріпак, тобто різні рослини, що здатні вижити в екстремальних погодних умовах [3].

Технології генетичної модифікації продуктів харчування відкривають величезні перспективи на вирішення деяких проблем, що стоять перед 21 століттям. Як і всі нові технології, вони також мають деякі ризики, як відомі, так і невідомі. Суперечки та суспільна стурбованість навколо ГМ-продуктів та культур найчастіше зосереджені на безпеці людини та навколишнього середовища, маркування та споживчому виборі, правах інтелектуальної власності, етики, продовольчої безпеки, скороченні бідності та збереженні навколишнього середовища.

Література:

1. Бондар О.І., Новосельська Л.П., Іващенко Т.Г. Основи біологічної безпеки (екологічна складова): Навчальний посібник / Під загальною науковою редакцією доктора біологічних наук Шматкова Г.Г./ О.І.Бондар, Л.П. Новосельська, Т.Г. Іващенко. – Херсон: ФОП Грінь Д.С., 2016. – 372 с.

2. Посібник з освіти в області прав людини. Council of Europe: веб-сайт. https://www.coe.int/uk/web/compass/health

3. Bawa A. S., Anilakumar K. R. Genetically modified foods: safety, risks and public concerns. *Journal of Food Science and Technology*, 2013. Vol. 50, P. 1035–1046. 10.1007/s13197-012-0899-1

ТЕРМОДИНАМІКА СПІВІСНУВАННЯ ФАЗ У СИСТЕМІ CAO-BAO-CR_2O_3

Грудина Є.Б., Корогодська А.М., Шабанова Г.М., Волобуєв М.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Ядерну енергію можна генерувати за допомогою реакцій синтезу або поділу субатомних частинок, що призводить до утворення великої кількості теплоти, яка використовуються для виробництва електроенергії. Ядерні реактори вважаються екологічною альтернативою звичайним електростанціям, що працюють на викопному паливі, але при їх експлуатації виникає ризик ядерного опромінення навколишнього середовища. Одним із методів запобігання ядерному опроміненню є створення захисних оболонок реакторів, для чого останнім часом безальтернативно використовується спеціальний бетон. Він має низку переваг, включаючи обмежену пористість для збереження сталевої арматури, стійкість до навантажень та термостійкість, доступність ресурсів для виробництва та можливість виготовлення будь-яких форм.

Основою бетону традиційно є цемент, надання якому спеціальних властивостей неможливе без дослідження складних оксидних систем, які є базою для розробки його складів. Для модифікації глиноземистого цементу та надання йому підвищеної захисної здатності та вогнетривкості придатними є композиції системи $CaO-BaO-Al_2O_3-Cr_2O_3$. До її складу входить трикомпонентна система $CaO-BaO-Cr_2O_3$, повної субсолідусної будови якої у доступних джерелах на знайдено. Це обумовлює необхідність термодинамічного та геометро-топологічного аналізу даної системи.

За даними різних авторів у системі $CaO-BaO-Cr_2O_3$ у досліджуваному інтервалі температур 800 – 2000 К, існують наступні термодинамічно стійкі бінарні сполуки: $CaCr_2O_4$, $BaCr_2O_4$, $Ba_3Cr_2O_6$, що дозволить дослідити розглянуту трикомпонентну систему в повному обсязі. Аналіз ймовірності співіснування фаз системи $CaO-BaO-Cr_2O_3$ заснований на зміні величини вільної енергії Гіббса від температури відповідних реакцій, що враховує зміну теплоємності сполук від температури. Для встановлення ймовірних пар співіснуючих фаз були розраховані значення зміни величини вільної енергії Гіббса для всіх можливих обмінних реакцій, що перебігають у системі. Аналіз отриманих результатів заперечує співіснування єдиного стійкого хроміту кальцію з оксидом барію на користь співіснування хромітів барію з оксидом кальцію. При цьому дослідження зворотної реакції показує, що існування трикутника $CaO-BaCr_2O_4-Ba_3Cr_2O_6$ є більш вигідним у термодинамічному відношенні у порівнянні з бінарними комбінаціями фаз. Усі розраховані реакції не є знакозмінними, що обумовлює стійке співіснування вказаних фаз в усьому розрахунковому температурному інтервалі. За геометро-топологічної необхідності наявним є також співіснування фаз $CaCr_2O_4$ та $BaCr_2O_4$.

Таким чином, у результаті проведених термодинамічних та геометро-топологічних розрахунків встановлено спрямованість перебігу взаємних твердофазних реакцій у трикомпонентній системі $CaO-BaO-Cr_2O_3$ за участю стабільно існуючих сполук та визначено основні конноди зазначеної системи.

СУЧАСНИЙ СТАН ВИКОРИСТАННЯ ВАНАДІЄВИХ КАТАЛІЗАТОРІВ В УКРАЇНІ

Дейнека Д.М, Носальський Д.В., Кобзєв О.В., Вецнер Ю.І., Сергієнко Ю.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сульфатна кислота є стратегічним хімічним продуктом, об'єми та якість виробництва якого визначають стан хімічної промисловості держави в цілому. Сучасні способи отримання сульфатної кислоти є каталітичними процесами, які відбуваються у контактному апарату. В якості каталізаторів використовують нанесені ванадієві каталізатори різних хімічних складів залежно від їх функціоналу і місця розташування у контактному апарату. Сірчанокислотні ванадієві контактні маси мають складний хімічний склад. Незважаючи на велику кількість рецептур, вони містять: V_2O_5, лужні промотори та носій – силікатний матеріал природного або синтетичного походження.

Застосування каталізаторів, активних у широкому діапазоні температур, дозволить підвищити кінцевий ступінь перетворення SO_2, зменшити викиди SO_2 у довкілля, переробляти гази з підвищеною концентрацією та уникнути комбінованого завантаження реактора високотемпературними та низькотемпературними каталізаторами.

Таким чином, одним із основних напрямків розвитку сульфатно-кислотного виробництва є удосконалення існуючих та створення нових каталізаторів. З цією метою можна проводити дослідження, з метою одночасного модифікування хімічного складу каталізатора та оптимізування пористої структури каталізатора, яка поряд з хімічним складом є важливим фактором, що визначає активність контактної маси.

Зараз в Україні відсутні власні виробництва ванадієвих каталізаторів, що спричиняє їх імпорт із-за кордону. У той же час, відпрацьовані ванадієві каталізатори не регенерують, а лише переробляють з метою вилучення з них власне ванадію та його сполук. Для цього використовують гідрометалургійну переробку методами кислотного, відновлювального та лужного вилуговування, хімічного осадження, екстракцією; пірометалургійну переробку методами випалення та високотемпературне хлорування.

Таким чином, зараз вирішення питання щодо створення або регенерації ванадієвих каталізаторів виробництва сульфатної кислоти є актуальним. Дане питання можливо вирішити шляхом:

1) створення нового каталізатору, який би задовільнив усім вимоги, що висуваються до сучасних каталізаторів окиснення SO_2;

2) регенерації вже відпрацьованих каталізаторів шляхом попереднього очищення поверхні каталізатора і просочення розчином активного компонента;

3) переробки відпрацьованого каталізатора, а саме вилученням ванадію та його сполук, подальшого подрібнення носія з вторинним його використанням для формування нових гранул носія каталізатора і просочення розчином активного компонента.

АНАЛІЗ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ РАДІАЦІЙНОГО ТИПУ

Денисова А.Є., Жайворон О.С., Гайдук С.В., Пташник М.П.
Національний університет «Одеська політехніка», м. Одеса

При низькій чи високій температурі довкілля терморегуляція людини порушується через некомфортні теплові умови. У стані спокою людини віддає в довкілля ~120 Дж/с, при тяжкій роботі ~500 Дж/с. Система терморегуляції людини, пристосована до коливань температури у невеликому діапазоні. На рисунку 1 наведено графіки зміни температури повітря по висоті приміщення для двох способів опалення (конвективного і радіаційного), звідки видно, що поле температури нерівномірне [1]. При використанні інфрачервоних нагрівачів (ІЧ) нерівномірність температури від підлоги до стелі менша (0,3…0,5 ºС/м), а при конвективному більша (1,5…2,5 ºС/м). Отже, перевага на боці використання радіаційного способу опалення. Графіки, що показують залежність температури повітря ($t_в$) та середньої температури поверхонь приміщення ($t_{ср}$) при променевому і конвективному способах опалення.

На рисунку 2 показана зона комфорту при зміні $t_{ср}$ і $t_в$. При радіаційному опаленні $t_{ср} > t_в$, а при конвективному $t_в < t_{ср}$. Слід зауважити, що при однаковій температурі повітря (20 °С у точці А) теплові відчуття людини залежно від температури $t_{ср}$ можуть бути різними. Теплові відчуття можуть характеризуватися при $t_в = 20$ °С як холодно, при $t_{ср} < 16$ °С, нормально при $t_{ср} < 25$°С та жарко при $t_{ср} > 25$ °С. Отже, треба враховувати ці особливості взаємного впливу температур $t_в$ і $t_{ср}$ для досягнення комфортного самопочуття людей при радіаційному способі опалення. У точці Б при температурі довкілля < 15 °С покращення самопочуття людей можна досягти за рахунок зростанням конвективної частки теплообміну і зниження частки ІЧ теплообміну, відповідно. Вплив ІЧ опалення при допустимій інтенсивності теплового потоку викликає комфортне теплове відчуття.



Рис. 1 – Поле температур:
1 – конвективне опалення;
2 – радіаційне опалення

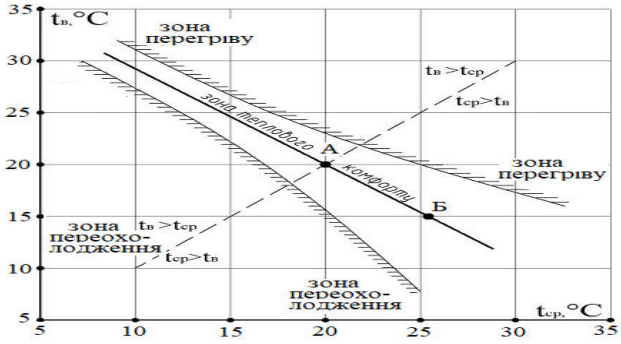


Рис. 2 – Зони комфорту при конвективному і радіаційному опаленні

Для оптимізації параметрів радіаційної системи необхідно виконати подальші дослідження процесів теплообміну за критерієм мінімальних втрат енергії

Література

1. Дудкін К.В. Ткачова В.В., Данішевський В.В. Повітряно-водяна система теплопостачання теплиць з трубчастими газовими нагрівачами // Східно-Європейский журнал передовых технологий. 2013, Том 3, №8(63). – С. 57-60

ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ НА ОСНОВІ ФЕП З ПОЛІКРИСТАЛІЧНОГО КРЕМНІЮ ДЛЯ АВТОНОМНИХ СПОЖИВАЧІВ

Денисова А.Є., Жайворон В.А., Дербеньов І.С.
Національний університет «Одеська політехніка», м. Одеса

Згідно з новою енергетичною стратегією та економічним потенціалом, сонячна енергетика є перспективним напрямом серед відновлюваних джерел енергії. До сонячної електростанції (СЕС) входять такі елементи: сонячні панелі, інвертор, контролер і акумуляторні батареї. За допомогою СЕС можна не тільки безперебійно забезпечувати електроенергією житлові будинки, школи, підприємства, аеропорти, а також можна отримувати доходи, продаючи сонячну енергію енергетичним компаніям. Схема СЕС представлена на рис. 1.

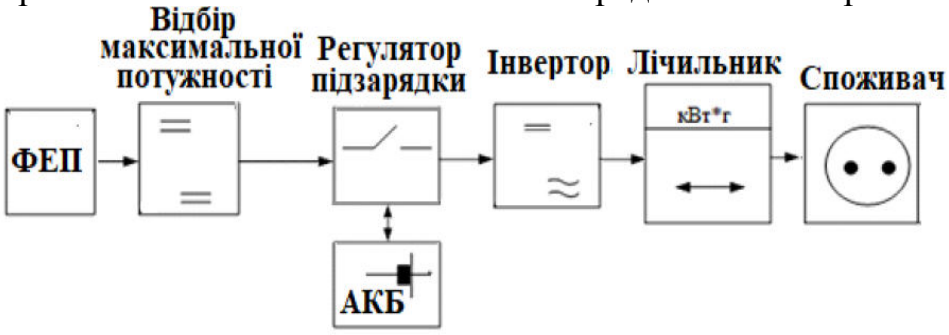


Рис. 1 – Схема СЕС

Генерація електрики залежить від кута падіння сонячних променів. При відхиленні кута від 90° більша частина променів відбивається.

Для надійного електропостачання обрані найменші середньомісячні значення для періоду, протягом якого використовується СЕС. Визначено коефіцієнти фотоелектричного перетворення. Обрано тип сонячних батарей (СБ), що відповідає вимогам щодо потужності та вартості. При проектуванні СЕС використано СБ з полікристалічного кремнію. Доцільність використання СЕС на базі фотоелектричних панелей для автономних споживачів Одеського регіону визначалась шляхом чисельного моделювання. Визначено основні компоненти, що входять до складу СЕС, та їх параметри. ВАХ СБ наведена на рис.2.

Розраховано кількість споживаної енергії, оптимальний кут нахилу сонячних батарей для різних періодів року: для теплого періоду (квітень-вересень) β = 23°, а для холодного періоду (жовтень-березень) β = 68°, загальна вартість розробки 90 тис. грн., максимальна потужність СЕС становить 2,5 кВт.



Рис. 2 – ВАХ сонячної панелі

Література

1. Височин В.В., Нікульшин В.Р., Денисова А.Є. Фактори формування ефективності PVT-колектора//Праці Одеського політехнічного університету, 2021, Вип. 1(63), с.53-59. doi: 10.15276/opu.1.63.2021.06

КОМПРОМІС МІЖ ЧАСТКОЮ ЗАМІЩЕННЯ ТЕПЛОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ І ТЕПЛОПРОДУКТИВНІСТЮ КОНТУРУ СОНЯЧНИХ КОЛЕКТОРІВ

Денисова А.Є., Жайворон О.С., Червонюк І.В., Гайдаржі А.М.
Національний університет «Одеська політехніка», м. Одеса

При розрахунках геліосистеми (ГС) частка заміщення теплового навантаження, крім теплопродуктивності, необхідно враховувати частку заміщення (ЧЗ), яку може забезпечувати ГС. Це показник доцільності практичної реалізації ГС. Підхід, що пов'язує теплопродуктивність ГС з кількістю спожитої теплоти, враховує тепловтрати в акумуляторі теплоти є загальноприйнятим для визначення ЧЗ теплового навантаження. Можна також розглядати відношення продуктивності ГС до кількості теплоти, отриманої додатково від іншого джерела теплоти – котла. При цьому розрахункова ЧЗ теплового навантаження збільшується. При порівнянні ГС необхідно враховувати, який метод використовувався для визначення ЧЗ теплового навантаження. Чим більше ЧЗ, тим більше економія енергоресурсів. Отже, необхідно створити контур ГС з максимальною ЧЗ, яка залежить від кліматичних умов і рівня термомодернізації будівлі. Для визначення ефективності роботи СК використовуються графік денних коливань потоку прямої та розсіяної інсоляції. На рисунку 1 наведено графік денних коливань потоку прямої і розсіяної інсоляції, згенерованої програмним комплексом NeoHeatingPro, для таких вихідних даних: Одеса, 1 липня; кут нахилу СК – 0 град.; СК орієнтований строго на південь. Пошук ефективної геліосистеми – це пошук с компромісу між продуктивністю і ЧЗ теплового навантаження. Компроміс між продуктивністю СК і ЧЗ – це компроміс між інвестиційними витратами на ГС і економією енергії. Для України ЧЗ ГВП за рахунок інсоляції, становить для малоповерхових будинків 50 – 60 %, а для багатоповерхових 30–40 %.

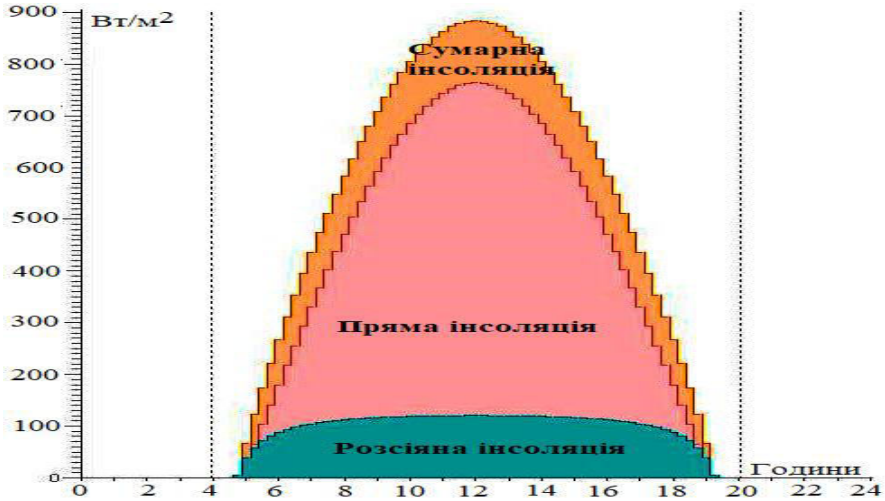


Рис.1 – Графік зміни прямої і розсіяної інсоляції

Література

1. Denysova A.E., Mazurenko A.S., Denysova A.S. Efficiency of multi-module solar collectors as the prefix to the boiler // Problemele energeticii regionale. – 2014. – 3(26)

ОБГРУНТУВАННЯ РОЗМІРУ ЗЕРНА У ТЕХНОЛОГІЇ СИРУ М'ЯКОГО КАМАМБЕР, ВИРОБЛЕНОГО ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ СУЧАСНИХ МОЛОКОЗСІДАЛЬНИХ ІНГРЕДІЄНТІВ

Дідух Е.Г., Чагаровський О.П.

Одеський національний технологічний університет, м. Одеса

Розмір зерна у технології будь-якого сиру, у т.ч. сиру м'якого Камамбер, є важливим чинником, що впливає на кінцеву текстуру продукту. Малі розміри зерна сприяють утворенню занадто щільної текстури сиру Камамбер, тоді як крупні зерна – більш м'якої та кремоподібної структури. Оптимізація розміру зерна є важливою для досягнення специфічних консистенції та смакових властивостей Камамбера [1]. На вибір розміру зерна у технології сиру м'якого Камамбер, впливає низка факторів, визначальними серед яких є параметри пастеризації молока та використаний молокозсідальний фермент.

Молокозсідальні ферменти: 100 %-вий хімозин, сичужний порошок та мікробіальні ферменти, які використовують для зсідання молока, мають суттєвий вплив на текстуру та щільність згустку, розмір сирного зерна у сироварінні, у т.ч. при виробництві сиру м'якого Камамбер [2]. У сучасних умовах рекомендовано для виробництва сиру Камамбер з подовженим терміном зберігання використовувати 100 %-вий хімозин [3]. Температура пастеризації молока має суттєвий вплив на характеристики сиру, зокрема на розмір зерна, текстуру сирної маси та її вологість. Підвищена температура пастеризації, особливо на рівні 85 ^{o}C протягом 5 хвилин, яка рекомендована до використання авторами статті у технології продукту [4], змінює фізико-хімічні властивості молока та згустку внаслідок денатурації сироваткових білків, що впливає на розмір зерна, кінцеву текстуру та структуру у виробництві сиру Камамбер.

Метою дослідження стало визначення розміру зерна у виробництві сиру м'якого Камамбер із застосуванням сучасних молокозсідальних інгредієнтів.

Проведені експериментальні дослідження свідчать, що розмір зерна 12 та 15 мм не забезпечують отримання цільового продукту з бажаними структурою та консистенцією. Для виробництва сиру м'якого Камамбер із нормованим вмістом вологи слід у технології його виробництва ставити зерно 10 мм.

Література:

1. Сливка І.М., Цісарик О.Й., Мусій Л.Я. Технологія м'якого сиру типу Камамбер з різними бактеріальними препаратами. *Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Ґжицького. Серія: Харчові технології*. 2020. Т. 22. № 94. С.71–79.

2. Müller H.G. et al. The role of coagulants in cheese making: A review. *Dairy Science & Technology*. 2013. Vol. 93. Issue 1. P. 19-32.

3. Чагаровський О., Дідух Є., Кондрацький С. Перспективи виробництва м'яких білих сирів в Україні. *Scientific Works*. 2024. № 87, Том 2. С. 92-102.

4. Чагаровський О., Ткаченко Н., Дідух Е., Анічін В. Обгрунтування параметрів пастеризації молока у технології сиру м'якого камамбер. *Scientific Works*. 2024. № 87, Том 2. С. 58-65.

ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯМ ТВЕРДОПАЛИВНИХ КОТЛІВ НА БІОРЕСУРСАХ В БУДІВЛЯХ ГРОМАДСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Жайворон О.С., Остапенко Л.Ю., Мелехін А.О., Горб А.В.
Національний університет «Одеська політехніка», м. Одеса

Для визначення доцільності використання твердопаливних котлів, що працюють на біопаливі в будівлях громадського призначення використано програмне середовище RETScreen. Увага приділена саме системам теплопостачання, бо в цій сфері міститься найбільший потенціал економії коштів. На прикладі Одеського автомобільно-дорожній фахового коледжу Національного університету "Одеська політехніка" розраховано систему енергозабезпечення та визначено шляхи підвищення ефективності і надійності її роботи. За результатами чисельного моделювання обґрунтовано вибір раціональне джерело теплоти, яке здатне забезпечити безперебійне і надійне теплопостачання та визначено техніко-економічну доцільність використання твердопаливних котлів, які працюють на біопаливі. На основі аналізу ефективності діючих систем енергозабезпечення (системи теплопостачання, вентиляції, водопостачання та водовідведення, електропостачання) та аналізу теплових втрат будівлі, встановлено, що найбільша частка витрат коштів припадає на паливо для генератора (78 %), витрати на електроенергію становлять 20 %, на водопостачання – 2 %. Це дозволило запропонувати ефективні заходи з модернізації системи теплозабезпечення. При розрахунках енергоефективності будівлі громадського враховані сумарні теплонадходження та витрати На підставі результатів досліджень запропоновано твердопаливний котлоагрегат для котельні. Серед можливих варіантів розглянуто використання різних біопаливних ресурсів: пелети, дрова, брикети та біогаз. За мінімальним строком окупності (рис.1), у зрівнянні іншими біоресурсами для котельні, обрано пелети, які є не тільки екологічно чистим паливом, а й забезпечують можливість автоматизації. На прикладі Одеського автомобільно-дорожнього фахового коледжу Національним університетом «Одеська політехніка» визначено засобами RETScreen, що строк окупності пропозицій теплопостачання з використанням котла на пелетах становить 5 років (рис. 1)

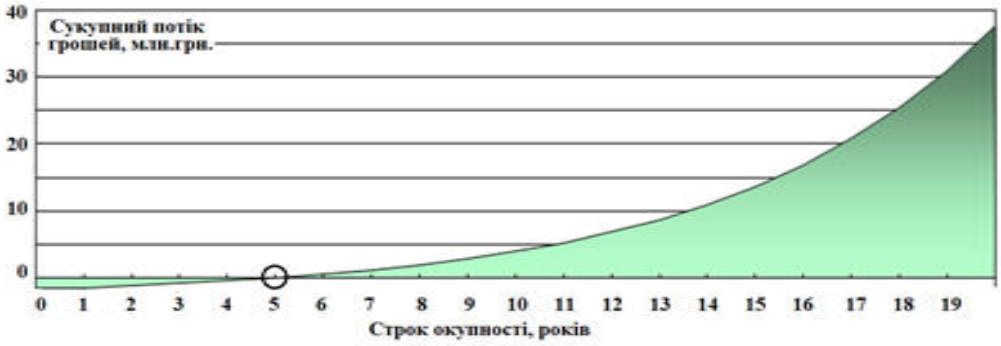


Рис. 1 – Сукупний потік коштів на систему

Література

1. RETScreen Plus Expert "Renewable Energy Project Analysis Software, Energy Model and Solar Resource and Heating Load Calculation". https://www.edx.org/learn/business-administration/hec-montreal-energy-management-powered-by-retscreen

ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ БУДІВЕЛЬ НА ЗАСАДАХ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

Жайворон О.С., Панайотов М.Д., Дудник Р.О.
Національний університет «Одеська політехніка», м. Одеса

При адаптації європейського досвіду в енергозбереженні та методики його оцінки до умов України необхідно враховувати те, що в порівнянні з нашими спорудами європейські будівлі відрізняються такими характеристиками:

– у декілька разів кращою теплозахищеністю огороджувальних конструкцій;

–утричі меншим водоспоживанням системами гарячого водопостачання;

–застосування побутової техніки з більш високим ККД;

–використанням кухні протягом меншого періоду часу [1].

Основними задачі, що вирішуються задля вдосконалення систем теплопостачання будівель на засадах енергозбереження – це безперервна подача споживачам теплової енергії визначеної якості та кількості, забезпечення високої надійності та економічності теплопостачання [1]. Вирішення цих задач можна забезпечити шляхом підтримання в необхідних межах параметрів технологічних процесів системи теплопостачання [2]. Для будівель громадського призначення можна покращити умови функціонування системи опалення, застосовуючи автоматичне регулюванням і облік теплоти, забезпечуючи підтримку постійної циркуляції теплоносія в замкнутому контурі. Це досягається за допомогою власного насоса, розділення контурів теплових мереж і систем опалення з частковим нагріванням води в замкнутому контурі циркуляції в автономному електрокотлі. При частковому отриманні теплоти з теплових мереж, умови щодо кількості теплоти і перманентності циркуляції для попередження замерзання води в системі.

Аналіз сучасних систем теплопостачання та напрямків автоматизації комплексів будівель громадського призначення дозволив визначити енергетичну ефективність функціонування системи за умов використання теплоти з теплової мережі. Крім того, визначено доцільність використання електрокотла, як автономного генератора теплоти, що забезпечує перманентну циркуляцію теплоносія по замкнутому контуру від власного насоса, а також враховано розділення контурів теплових мереж і систем опалення будівлі й запобігання замерзанню води в системах опалення під час зимового періоду шляхом реконструкції теплових вузлів. За результатами моделювання запропоновано схему автоматизації системи опалення. На основі техніко-економічних розрахунків визначено раціональні умови використання енергоресурсів за рахунок модернізації теплових пунктів системами автоматичного регулювання та обліку теплоти, що призвело до підвищенню загальної ефективності системи теплопостачання.

Література

1. Глушко Ю.Ю. Опалення: навчальний посібник. – Київ: Ресурсний центр. ГУРТ, 2019.– 133 с.

2. Теплова потужність систем водяного опалення: методичні вказівки до виконання розділу курсового проекту з дисципліни опалення / уклад.: О.П.Любарець, М.П. Сенчук, В.О. Любарець – Київ : КНУБА, 2015. – 26 с.

ОСНОВНІ КІНЕТИЧНІ МЕХАНІЗМИ ЕЛЕКТРОЛІЗУ ВОДИ ЗА НАЯВНОСТІ ТА ВІДСУТНОСТІ МЕМБРАНИ

Зіпунніков М.М., Соловей В.В., Семикін В.М., Котенко А.Л.
Інститут енергетичних машин і систем ім. А.М. Підгорного НАН України, м. Харків

Для досягнення глобальної мети по скороченню шкідливих викидів в атмосферу основною альтернативою вуглецю є водень. Основні шляхи виробництва водню – електроліз води, паровий риформінг природного газу, газифікація біомаси та фотоліз води для одержання водню. Кожен з них має свої унікальні переваги та характерні обмеження, а майбутні перспективи різняться. Розкладання води на водень і кисень методом електролізу є ключовим рішенням щодо декарбонізації навколишнього середовища. Електроліз води має перевагу нульових викидів та високої чистоти водню, але проблема полягає в енергоємності та економічній ефективності.

Лужне електролітичне виробництво водню зазвичай використовує азбест як діафрагму, 30 %-й розчин KOH або 25 %-й розчин NaOH як електроліт, а електролітична комірка не повністю герметична [1]. Це призводить до проблем газового перетину, низької чистоти водню, їдкого електроліту та низького робочого тиску при виробництві водню із лужного водяного розчину.

Генерація водню PEM електролізом води має переваги швидкого реагування системи, високої продуктивності, високої ефективності напруги, динамічної роботи і компактної структури, яка може працювати за високої густини струму та при високій напрузі, виробляючи водень з дуже високою чистотою – до 99,995 % [2]. Дослідження та розробки вдосконалених компонентів високовольтних електролітичних комірок PEM просуваються вперед, але вони повільно втілюються у реальні конструкції електролізерів.

Розробка безмембранних електролізерів ведеться з метою усунення необхідності використання мембран, щоб позбутися пов'язаних з ними недоліків при електролізі води, та зниження капітальних і експлуатаційних витрат на електролізну комірку [3]. В безмембранних електролізерах перевагу надають використанню лужних електролітів замість кислих, в першу чергу, через доступність економічно ефективних каталізаторів. Ця перевага обумовлена можливістю значного зниження вартості та зменшення впливу на довкілля, пов'язаних з каталітичними матеріалами.

Література:

1. Xiao Li, Lili Zhao, Jiayuan Yu, Xiaoyan Liu, Xiaoli Zhang, Hong Liu, Weijia Zhou. Water Splitting: From Electrode to Green Energy System. *Nanomicro Letters*. Vol. 12(131), 2020.

2. Gopalakrishnan K., Thangavel M., Eldon R. Rene, Arivalagan P. Application of nanotechnology in dark fermentation for enhanced biohydrogen production using inorganic nanoparticles. *International Journal of Hydrogen Energy*. Vol. 44 (26), 2019. P. 13106-13113.

3. V. Solovey, L. Kozak, A. Shevchenko, M. Zipunnikov, R. Campbell, F. Seamon. Hydrogen technology of energy storage making use of wind power potential. *Machine building problems*. 20 (1), 2017. pp. 62-68.

ЗАЛЕЖНІСТЬ МІЦНОСТІ ДОМЕННОГО КОКСУ ВІД ПОКАЗНИКІВ CRI/CSR

Зеленський О.І., Григоров А.Б., [1]Ситник О.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків
[1]Державне підприємство «Український державний науково-дослідний вуглехімічний інститут (УХІН)», м. Харків

Показники реакційної здатності доменного коксу – CRI (Coke reactivity index) та його міцності після реакції з CO_2 – CSR (coke strength after reaction) вважаються одними з основних для визначення оцінки якості коксу як металургійного палива у доменному виробництві.

В Україні вищеназвані показники визначаються згідно з ДСТУ 4703:2022. Слід відмітити, що для отримання кінцевих результатів починаючи з моменту завантаження проби коксу у реторту потрібно не менш ніж 3,5 години. Також цей метод має високу вартість за рахунок великих витрат реакційних газів.

Для отримання додаткової інформації щодо якості коксу у роботі [1] було запропоновано використовувати додатковий показник – CBS (coke basis strength), тобто базової міцності коксу до його реакції при високих температурах з CO_2, або «холодної» міцності коксу. Суть методики полягає у випробуванні проби коксу масою 150 г в барабані, що призначений для визначення міцності залишку коксу після реакції з CO_2 (показник CSR). Наступна процедура випробувань аналогічна визначенню CSR згідно з ДСТУ 4703:2022. Далі автори роботи [1] пропонують рівняння для розрахунку прогнозних значень показників коксу CRI/CSR.

Нами було проведено більш ніж 50 випробувань показника CBS та зіставлені результати розрахункових значень показників CRI/CSR з реальними експериментальними даними, що отримані на апаратурі для визначення CRI/CSR.

Проведені дослідження показали, що розрахункові значення показників CRI/CSR за допомогою показника CBS відрізняються від реальних експериментальних даних на 15 – 25 %. Можливо такі великі відхилення від реальних даних пов'язані з тими факторами, що для визначення CBS береться мала навіска коксу (150 г) для такого класу крупності (19-22,4 мм).

Тому нами були проведені досліди щодо визначення показника CBS з навіскою проби коксу масою 200 г (клас 19-22,4 мм). Було встановлено, що отримані результати дозволяють прогнозувати індекси CRI/CSR з відхиленням від реальних даних менше 8 %.

Література:

1. Morozov S.G. and al. Dependence of "cold" strength of coke on the indicators CRI and CSR. *Coke and Chemistry*. 2003. No 1. pp. 20-21.

ПІДТРИМКА УМОВ МІКРОКЛІМАТУ НА ЗАСАДАХ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Іванов П.О., Чабан А.О.
Національний університет «Одеська політехніка», м. Одеса

Заходи енергозбереження в системах забезпечення мікроклімату приміщень передбачають мінімальні витраті енергії для забезпечення заданих енергетичних показників. При цьому, необхідно реалізувати комплекс заходів щодо зниження навантаження та енергоспоживання при експлуатації, що може бути досягнуто в результаті застосування ефективних методів регулювання. Суттєвий вплив на енергоспоживання мають параметри теплозахисту, які визначають теплове навантаження на системи опалення, вентиляції та кондиціювання. Одним з найбільш дієвих методів підвищення енергоефективності є утилізація теплоти викидного повітря. У теплообміннику теплота повітря, що видаляється витяжними системами, передається припливним повітрям, що знижує теплоспоживання повітронагрівачів систем вентиляції та кондиціювання. Для переходу від будівель групи 1, з питомою витратою енергії на опалення 300…400 кВт·год/м^2, до новітніх будівель групи 2, з питомою витратою – 40…80 кВт·год/м^2, необхідно: висока ефективність теплоізоляції; сучасні системи опалення з регулюванням; великі скляні вікна, які встановлюються з південного боку будівлі, що забезпечує пасивне використання інсоляції; рекуперація теплоти в системах вентиляції. Отже, оптимальні шляхи підвищення енергетичної ефективності будівлі містяться у впровадженні інноваційних принципів функціонування систем життєзабезпечення за рахунок створення і підтримки раціональних умов мікроклімату. Системи мікроклімату на засадах енергозберігаючих технологій мають відповідати вимогам:

– використання стінового опалення і теплої підлоги, що створює належний мікроклімат у приміщеннях, тобто умови комфортного відчуття теплоти, а також для забезпечення охолодження приміщень влітку;

– використання індивідуальних регуляторів температури в гріючих контурів кожного приміщення і використання програмованих контролерів, що підвищує економічність системи завдяки регулюванню часу її роботи;

– для забезпечення природного притоку повітря до приміщень необхідні вентильовані вікна з клапанами та припливні клапани в зовнішніх стінах;

– підігрів води в системі ГВП має контролюватись термостатом і програмованим контролером, а контур циркуляції гарячої води має бути обладнаним пороговим регулятором температури та програмованим контролером.

Література

1. Денисова А.Є., Лужанська Г.В., Баласанян Г.А., Дорошенко Ж.Ф., Жайворон О.С., Чефтєлов І.О. Вдосконалення системи мікроклімату будівель та споруд різного призначення // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVIII міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2020, 28-30 жовтня 2020 р.: у 5 ч. Ч. II. / за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків: НТУ «ХПІ».– С. 192.

ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ ТЕПЛОВОГО НАСОСУ У ПОСЛІДОВНО-ПАРАЛЕЛЬНІЙ СХЕМІ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ

Іванов П.О., Шилов П.О.
Національний університет «Одеська політехніка», м. Одеса

Теплові насоси (ТН) широко використовуються для потреб систем опалення та теплопостачання в усьому світі. Зазвичай вони підбираються за потужністю величину базових навантажень, до бівалентної точки [1], при цьому забезпечується максимальне використання та більш стабільний режим роботи. Найбільшої ефективності теплового насоса можна досягти при послідовно-паралельній схемі включення [2], відносно теплоносія ТН та котла (рисунок 1) з використанням буферної ємності. ТН забезпечує роботу системи теплої підлоги, котел – радіаторне опалення.

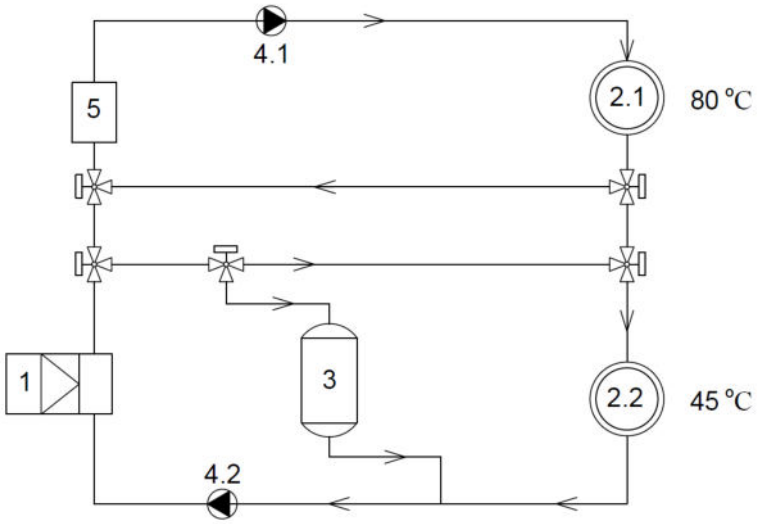


Рис. 1 – Послідовно-паралельна система опалення з буферною ємністю:
1 –ТН, 2.1 – радіаторне опалення, 2.2 – тепла підлога, 3 – буферна ємність,
4.1 – циркуляційний насос ТН, 4.2 –циркуляційний насос котлу, 5 – котел.

Потужність теплового насосу розраховується на потреби системи опалення на температуру зовнішнього повітря для бівалентній точці. В той же час розрахункова потужність котла може бути зменшена і розраховується на потреби радіаторного опалення.

Література

1. Klymchuk O., Denysova A., Balasanian G., Ivanova L., Bodiul O. Enhancing efficiency of using energy resources in heat supply systems of buildings with variable operation mode // EUREKA:Physics and Engineering. 2020.– Number 3.– P.59–68.

2. Лужанська Г., Бабаєв Є., Сергеєв М., Паламарчук О., Фуркаленко О. Підвищення ефективності роботи автономних систем теплопостачання для індивідуального опалення з застосуванням теплових насосів//Refrigeration Engineering and Technology. 2024, 60(3), С. 197–204.

ГІГІЄНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА УМОВ ПРАЦІ ПРИ ПЕРЕРОБЦІ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ

Іващенко М.Ю.[1], Скрипник О.С.[2]

[1] Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, м. Харків

[2] Державний біотехнологічний університет, м. Харків

Переробка твердих побутових відходів (ТПВ) – вкрай важлива, але водночас і одна з найнеблагополучніших у гігієнічному плані галузей. Працівники, зайняті у цій сфері, щодня стикаються з безліччю факторів, що надають несприятливий вплив на їхнє здоров'я.

Розглянуто основні аспекти гігієнічної характеристики умов праці таких підприємствах. Насамперед впливають фізичні чинники. На робочих місцях переробки ТПВ часто є шум, вібрація, пил і різкі перепади температур. Сміттєсортувальні та переробні лінії створюють високий рівень шуму, який при тривалому впливі може призвести до зниження слуху та дратівливості. Пил, у тому числі мікроскопічні частинки пластику та паперу, викликає подразнення дихальних шляхів та алергічні реакції.

По-друге, впливають хімічні небезпечні та шкідливі фактори. ТПВ містять різні хімічні сполуки: важкі метали, розчинники, миючі засоби, фталати, феноли та інші. Працівники можуть піддаватися дії парів аміаку, сірководню, метану та інших газів, що утворюються в процесі розкладання органічних відходів. Ці речовини небезпечні для дихальної системи і можуть токсично впливати на організм.

По-третє, не останнє місце посідають біологічні фактори. У побутових відходах присутні патогенні мікроорганізми, яйця гельмінтів, грибки та пліснява. Існує високий ризик інфікування через мікротравми шкіри, слизові оболонки та при вдиханні зараженого повітря. Персонал має бути вакцинований та забезпечений засобами індивідуального захисту.

Робота з відходами пов'язана з емоційним навантаженням – неприємні запахи, бруд, низький соціальний статус професії, а також часто монотонність праці. Усе це група психофізіологічних чинників, що може викликати хронічний стрес, зниження мотивації, депресії.

Для оцінки умов праці застосовуються методи виробничого контролю, вимірювання шкідливих факторів, аналіз захворюваності серед персоналу тощо. Організація зобов'язана забезпечувати працівників засобами індивідуального захисту, санітарно-побутовими приміщеннями та режимами праці, що знижують шкідливий вплив, а також організовувати регулярні медогляди.

Робота на підприємствах з переробки ТПВ пов'язана з впливом цілого комплексу шкідливих факторів – фізичних, хімічних, біологічних та психофізіологічних. Гігієнічна оцінка умов праці необхідна для своєчасного виявлення ризиків та реалізації профілактичних заходів, спрямованих на збереження здоров'я працівників та підвищення безпеки на виробництві.

ДОСЛІДЖЕННЯ З УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ ПЛАСТОВИХ ВОД СВЕРДЛОВИН ЗА АЛГОРИТМАМИ ДІЇ

Калач Д.В., Михайловська О.В., Бухкало С.І.*, Агейчева О.О.
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», м. Полтава
****Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків***

Ієрархія визначення алгоритмів дії сучасних технологій очищення та утилізації пластових вод свердловин за класифікацією-ідентифікацією дослідження повязана з екологічними аспектами нафтовидобувної галузі через інтегровані комплексні рішення: наукове обґрунтування необхідності розробки методів та способів очищення пластових вод від нафтопродуктів [1, 2]. Дослідження ефективності (рис. 1) високоградієнтного магнітного сепаратора для очищення пластової води від нафтових озабруднень засновані на експериментальних даних процесів галузі. Випробування проводилися на зразках пластових вод родовищ. Швидкість пропускання у всіх дослідах було встановлено ≈ 60 м/год. Із застосуванням нанодисперсного магнетиту залишковий вміст нафтопродуктів у воді вдалося знизити до 80% – 95%. За однакових умов нанодисперсний магнетит показав ефективність очищення на 20% вище порівняно із сухим магнетитовим порошком із середнім розміром гранул 1,9 мкм. Визначено технічну доцільність з урахуванням отриманих результатів дослідження – властивості і характеристики. У серії експериментів із зразками пластових вод родовища Х із вмістом нафтопродуктів понад 100 мг/л показано, що доведення до залишкового вмісту менше 5 мг/л можливе при 1,5 або двох кратному надлишку маси проти масою нафти.

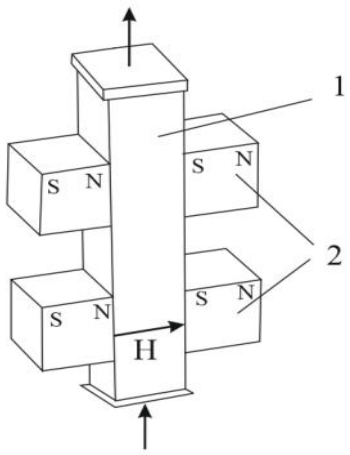


Рис. 1. Лабораторна установка магнітного сепаратора: 1 – корпус, 2 – неодимові магніти; стрілка «вгору» це напрям руху пластової води.

Аналіз методологічних підходів застосування магнітних сепараторів для очищення пластових вод від нафти проводили за теоретичними основами процесів магнітної сепарації – схема очищення пластових вод родовищ вуглеводнів магнітною сепарацією.

Література:

1. Бухкало С.І. Комплексні системи викладання дисципліни основи проектування обладнання хімічних виробництв як співпраця асоціацій EFCE та CFE-UA. Вісник НТУ «ХПІ». 2022. № 2 (1364), с. 13–22.

2. Зезекало І.Г., Іваницька І.О., Агейчева О.О. Основні принципи відновлення продуктивності свердловин закольматованих у процесах буріння та експлуатації методом кислотних обробок. Вісник НТУ «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ», 2020. – № 6 (1360). – С. 90

ДОСЛІДЖЕННЯ З МОДИФІКАЦІЇ ГЕРМЕТИЗУЮЧИХ ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ

Карандашов О.Г., Підгорна Л.П., Авраменко В.Л.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Герметизуючи та клейові склади полімерних композицій, що застосовуються в електро-, радіотехнічній та інших галузях промисловості, повинні мати високу адгезійну міцність до ряду металів та інших матеріалів, характеризуватися невеликою усадкою при затвердненні. Більшості цих вимог відповідають склади на основі епоксидних олігомерів. Однак часто буває необхідним знизити в'язкість вихідних складів композицій, підвищити час їх життєздатності, знизити показник водопоглинання та ін. Для цього використовують процеси модифікації систем.

Нами було досліджено вплив ряду модифікаторів (олигоефирепоксид, олигоефірциклокарбонат, поліуретанові пластифікатори Пластур, УРЕП) на процеси затвердднення, а також деякі експлуатаційні властивості епоксидних компаундів ВК-9, Етал-247-Етал-12, Етал-45TZ2-Етал-45 та уретано-акрилатних клейових складів низькотемпературного затвердднення Crestomer® 1186PA, Crestomer®1196PA, які могли би бути рекомендовані для використання при герметизації вузлів електро- та радіотехнічної апаратури.

Для цього вивчали реологічні властивості клейових складів за допомогою ротаційного віскозиметру Реотест-2 при частоті 49,5 Гц при додаванні певних кількостей модифікаторів. Відмічали також час гелеутворення складів композиций.

Для дослідження процесу затвердднення систем використовували діелектричний метод, в якому контрольованим параметром є величина питомого об'ємного електричного опору ρ_v, Ом·м. Для вимірювання величини ρ_v використовували експериментальну установку , що складається з тераомметра Е6-3 і електровимірювального осередку, термостатуемого за допомогою термопари та ультратермостата. В результаті обчислювали умовну константу швидкості затвердднення систем та визначали величину умовної енергії активації. Визначали також міцність клейового з'єднання при рівномірному відриві на розривній машині ($\sigma_{відр}$, МПа) та показчик водопоглинення.

В результаті досліджень встановлено, що додавання обраних модифікаторів дозволяє знизити в′язкість клейових складів в 1,5 – 3 рази, підвищити життєздатність композицій до 160 хв. При цьому знижується значення показника умовної енергії активації з 50 кДж/моль до 32 – 39 кДж/моль, і процес затвердднення систем протікає у більш плавному температурно-часовому режимі. Крім того встановлено, що з додаванням в склад композицій 10 – 40 мас. ч. модифікаторів підвищується міцність клейового з'єднання при рівномірному відриві на 30 – 40 % та знижується водопоглинення структурованих систем.

ПОЛІФУНКЦІОНАЛЬНІ НАНОКОМПОЗИТИ: ФОРМУВАННЯ, ВЛАСТИВОСТІ ТА ЗАСТОСУВАННЯ В ТЕХНОЛОГІЯХ ПОДВІЙНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Каракуркчі Г.В.[1], Сахненко М.Д.[2], Єрмоленко І.Ю.[2]
[1]Національний університет оборони України, м. Київ
[2]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Умови війни вимагають переорієнтації існуючих виробництв у багатьох галузях промисловості на технології подвійного призначення, що дозволить забезпечити потреби оборони та застосувати кращі технічні рішення для ефективного вирішення поставлених завдань.

Не є виключенням й електрохімічні технології формування поліфункціональних композитів. Застосуванням катодного осадження та плазмо-електролітного оксидування (ПЕО) завдяки особливостям структуро- і фазоутворення на розповсюджених конструкційних матеріалах (сталь, вентильні метали) утворюється поверхневий функціональний шар, що за сукупністю властивостей суттєво переважає показники оброблюваного металу. Це дозволяє розширити сферу застосування, що особливо важливо в несприятливих умовах експлуатації (підвищений тиск, температура, тертя тощо). Проте існуючі виробничі процеси є малокерованими, надто складними та вимагають спеціального технологічного обладнання. Тому актуальним напрямом досліджень є розробка технологій цільового електрохімічного синтезу поліфункціональних нанокомпозитів із наперед заданими експлуатаційними характеристиками з використанням модульного обладнання, що і зумовило мету даної роботи.

Досягнення поставленої мети потребує встановлення зв'язків між умовами формування покриттів, їх складом та комплексом функціональних властивостей, а також визначення алгоритмів планування процесу електрохімічного формування залежно від складу оброблюваного матеріалу. Масив проведених досліджень дозволив встановити зв'язки між умовами синтезу покриттів, їх складом та властивостями, визначити шляхи керування для одержання нанокомпозитів із цільовими властивостями (каталітична активність, корозійна стійкість, міцність, твердість).

Зроблено висновки, що чинниками варіативності розроблених технологій виступають співвідношення компонентів електроліту, густина струму електрохімічної обробки, зміна яких дозволяє впливати на якісні та кількісні параметри модифікованої поверхні та синтезованого нанокомпозиту. Узагальнені схеми розроблених технологій враховують модульний підхід в організації та функціонуванні виробничих ліній, що включає основні етапи електрохімічної обробки. При проектуванні виробничих ліній перевага має надаватися багатофункціональним мобільним системам із функціями програмування та автоматизації технологічного процесу.

ОСТАТОЧНА ПЕРЕВІРКА ЗАПОВНЕНИХ АЕРОЗОЛЬНИХ БАЛОНІВ

Квасов О.В.
ТОВ Ньютон Про сервіс, м. Харків

Призначення методики:

Застосовується для контролю якості продукції, що містить стиснений газ у металевих, скляних або пластикових балонах одноразового використання.

Спрямована на перевірку герметичності та виявлення дефектів аерозольних розпилювачів.

Нормативна база:

Відповідає Технічному регламенту аерозольних розпилювачів (ТР154, постанова КМУ від 21.02.2023 №154).

Враховує вимоги ДОПНВ, зокрема пункт 6.2.6.3.2.2 щодо перевірки герметичності.

Особливості технологічного процесу:

Застосовується холодне кінцеве випробування як альтернатива гарячій водяній бані з метою уникнення корозії продукції.

Балони проходять автоматичне зважування для виявлення відхилень у масі.

Газоаналізатор виявляє витоки – у разі спрацювання сигналізації лінія зупиняється, дефектні балони видаляються оператором.

Методи перевірки герметичності:

Зважування: автоматичне зважування після газування, браковані балони вилучаються.

Газоаналіз: контроль на витоки із застосуванням чутливого газового датчика ($2{,}0 \times 10^{-3}$ мбар·л/с при 20°C).

Занурення у водяну баню: при неможливості ідентифікації дефектного балона – перевірка 6 зразків у воді 50°C протягом 3 хвилин.

Дії у разі виявлення дефектів:

Продукція маркується та ізолюється.

Представник ВТК складає Акт невідповідності.

У разі масових дефектів – зупинка лінії та подальший аналіз.

Ключові терміни:

Аерозольний розпилювач, герметичність, газоаналізатор, брак, ВТК, технічний контроль.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ВОГНЕГАСНОЇ ЗДАТНОСТІ СИПУЧИХ МАТЕРІАЛІВ ПРИ ГАСІННІ АЦЕТОНУ

Кірєєв О.О., Гапон Ю.К.

Національний університет цивільного захисту України м. Черкаси

Методика визначення вогнегасної ефективності сипучих матеріалів базувалася на підході, описаному в [1]. У якості модельного осередку пожежі класу «В» використовувалась металева циліндрична ємність, в яку наливали 110 мл ацетону. Після займання рідина горіла протягом хвилини, після чого в неї додавали базовий шар піноскла (ПС) заввишки 4 см. Це призводило до підняття рівня рідини ~2 см, а висота шару ПС над рідиною становила ~ 2 см.

Наступним етапом було додавання рівномірного шару сипкого матеріалу (перліту або вермікуліту) заввишки 0,5 см. Спостереження показали, що ці матеріали заповнюють порожнини між гранулами ПС без зміни загальної висоти вогнегасного шару. Інтенсивність полум'я оцінювалася за візуальною шкалою. При продовженні горіння додавали чергові шари сипкого матеріалу по 0,5 см до повного припинення горіння.

Після припинення горіння через одну хвилину проводився тест на повторне займання: до шару на відстані 1 см підносили полум'я. Якщо відбувалось займання тривалістю понад 5 секунд, додатково наносили ще один шар матеріалу й повторювали тест. Відсутність займання вважалась критерієм повного гасіння модельного вогнища.

Розрахунок загальної висоти вогнегасного шару для реальних умов, коли матеріал не осідає на дно, здійснено згідно з [1], з урахуванням характеристик сипких матеріалів (плавучість, вологоутримання, насипна густина). Результати подані у таблиці.

Рідина	ПС	ПС+ перліт	ПС+ вермікуліт	ПС (змоч.)	ПС+перліт (змоч.)	ПС+ вермікуліт (змоч.)
Ацетон	9,5	6+1,5	6,5+2	6,5	5,5+1	6+1
Бензин А-92	18	6,5+2	7+2	19	5,5+1	6+1,5

Таким чином, при гасінні бензину доцільно застосовувати систему ПС+перліт із попереднім змочуванням, оскільки вона забезпечує найменшу необхідну висоту шару.

Література:

1. Бабашов І. Б., Дадашов І. Ф., Кірєєв О. О., Савченко О. В., Мусаєв М. Є. Результати визначення вогнегасних характеристик легких сипких матеріалів при гасінні етанолу. Проблеми надзвичайних ситуацій. 2023. № 1(37). С. 250-263.

УЗАГАЛЬНЕННЯ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ЩОДО ТЕОРЕТИЧНИХ АСПЕКТІВ ОТРИМАННЯ ВОГНЕТРИВКИХ ЦЕМЕНТІВ НА ОСНОВІ АЛЮМІНАТІВ І ТИТАНАТІВ КАЛЬЦІЮ

Кітченко А.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сучасні вогнетривкі цементи на основі кальцієвих алюмінатів ($CaO \cdot Al_2O_3$, $CaAl_2O_4$, $CaAl_4O_7$ тощо) та титанатів кальцію ($CaTiO_3$, $Ca_3Ti_2O_7$) широко досліджуються через їхні термостійкі, механічні та фазостабільні характеристики. Ці матеріали застосовуються як основа для виготовлення литих вогнетривів, де важлива термостійкість, стійкість до термошоку та корозії шлаків.

Кальцієві алюмінати є ключовими компонентами у виробництві високоглиноземистих цементів. Як показано у дослідженнях [1], одним із шляхів їх отримання є реакція кальцію з бокситом, яка забезпечує формування фаз типу $CaAl_4O_7$. Синтез таких сполук здійснюється за високих температур (1300–1600°C) із суворим контролем мінералогічного складу для забезпечення однорідності продукту.

Щодо титанатів кальцію, теоретичні моделі вказують, що при підвищеному вмісті TiO_2 відбувається утворення $CaTiO_3$ - стабільного перовськітоподібного матеріалу, що чинить опір високим температурам, однак має тенденцію до утворення фаз, які ускладнюють тверднення цементу [2]. Це ставить виклики перед оптимізацією фазового складу у багатокомпонентних системах.

Важливим напрямом є створення комплексних цементів із вмістом як алюмінатів, так і титанатів, які дозволяють досягти балансу між початковою міцністю та довготривалою термостійкістю.

Також варто згадати досвід використання вторинної сировини (наприклад, бокситів з Камеруну), які демонструють високу ефективність у створенні вогнетривких цементів при умовах твердотільного спікання.

Таким чином, подальше дослідження фазового складу, умов спікання, модифікуючих добавок та впливу технологічних чинників на формування кальцієвих алюмінатів і титанатів відкриває перспективи розробки нових типів вогнетривких цементів із покращеними характеристиками.

Література:

1. Tchamba, A. B., Sofack, J. C., Yongue, R., Melo, U. C. Formulation of calcium dialuminate ($CaO \cdot 2Al_2O_3$) refractory cement from local bauxite. *Journal of Asian Ceramic Societie.* 2015. №*3*(2). p. 164–172.

2. D. Fernández-González, J. Prazuch, I. Ruiz-Bustinza, C. González-Gasca, J. Piñuela-Noval, L.F. Verdeja. Solar synthesis of calcium aluminates. *Solar Energy.* 2018. Volume 171. P. 658-666.

НАСІННЯ ЛЬОНУ ТА ПАЖИТНИКА ЯК ДЖЕРЕЛО ПОЛІНЕНАСИЧЕНИХ ЖИРНИХ КИСЛОТ ДЛЯ СИРУ СУЛУГУНІ

Клименко О.Г., Ткаченко Н.А.
Одеський національний технологічний університет, м. Одеса

У сучасному харчовому виробництві спостерігається зростання попиту на продукти оздоровчого призначення, які мають підвищену харчову цінність та біологічну ефективність. Особливе місце займають молочні продукти, збагачені поліненасиченими жирними кислотами (ПНЖК), зокрема омега-3 та омега-6. Серед джерел цих кислот на особливу увагу заслуговують насіння льону (*Linum usitatissimum*) та пажитника (*Trigonella foenum-graecum*), які містять високу концентрацію α-ліноленової та лінолевої кислот відповідно. Насіння льону містить 50 – 60 % α-ліноленової кислоти (омега-3) у загальному складі жирів, а також менші кількості лінолевої (омега-6), олеїнової (омега-9) та насичених кислот [1]. Насіння пажитника містить до 12 % жиру, серед яких переважають лінолева (омега-6) та α-ліноленова (омега-3) кислоти [2].

Мета дослідження – встановити ефективність використання насіння льону та пажитника як джерел омега-3 та омега-6 ПНЖК для покращення ліпідного профілю сиру Сулугуні. Під час проведення дослідження було визначено вплив доданого насіння на ліпідний профіль готового продукту за даними літературних джерел щодо жирнокислотного складу усіх сировинних інгредієнтів [1, 2, 3].

В рамках дослідження було розроблено технологію внесення підготовленого насіння льону та пажитника у сир Сулугуні на етапі формування сирної головки після термопластифікації сирної маси. Оцінювання жирнокислотного профілю сиру Сулугуні з насінням льону та насінням пажитника свідчить про підвищення харчової цінності та біологічної ефективності готового продукту за рахунок збільшення вмісту ПНЖК омега-3 та омега-6.

Висновок. Використання обробленого насіння льону та пажитника у рецептуру сиру Сулугуні є доцільним для покращення його ліпідного профілю. Технологія дозволяє створювати інноваційний молочний продукт із підвищеним вмістом ПНЖК і створенням унікального органолептичного профілю сиру.

Література:

1. Lehaçani S., Basem Al-A. Characterisation of soft white cheese fortified with flaxseed oil to enhance its quality, lipid profile and health benefits. 2024. Vol. 100. Issue 3. P. 165–175.

2. Vahidi M., Imanparast S., Jahandar H., Forootanfar H., Mojtabavi S., Faramarzi M. An organic solvent-tolerant lipase of Streptomyces pratensis MV1 with the potential application for enzymatic improvement of n6/n3 ratio in polyunsaturated fatty acids from fenugreek seed oil. *Journal of Food Science and Technology*.2020. Vol. 58. P. 2761–2772.

3. Арутюнян Д., Покотило О. Жирнокислотний склад твердого сичужного сиру з насінням льону. *Науковий вісник ЛНУ ветеринарної медицини та біотехнологій. Серія: Харчові технології*. 2024. Т. 26/101. С. 56–60.

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У СИСТЕМАХ КОМБІНОВАНОГО ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

Климчук О.А., Позднякова Г.І.
Національний університет «Одеська політехніка», м. Одеса

Видобуток паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) з кожним роком стає все більш складним та дорогим процесом. При спалюванні виділяється значна кількість CO_2, прискорюючи процеси глобального потепління. Тому актуальними є питання, використання в енергетичних системах інноваційних технологій на відновлюваних джерелах енергії (ВДЕ). Це дозволить використовувати альтернативні ресурси, знижуючи споживання ПЕР.

Пілотна установка комбінованої системи теплопостачання з різними ВДЕ встановлена в навчальному корпусі Національного університету «Одеська політехніка» [1]. Дослідження проводилося для трьох режимів роботи: базовий (постійне теплопостачання); застосування переривчастого опалення (система ІСАПТ); застосування ІСАПТ з використанням комбінованої ізоляції та без чергового режиму. Аналіз графіку (рис. 1) показує суттєву економію від застосування ІСАПТ (біля 40 %), а також додаткову економію (10 %) від застосування комбінованої теплової ізоляції та відмові від чергового режиму.

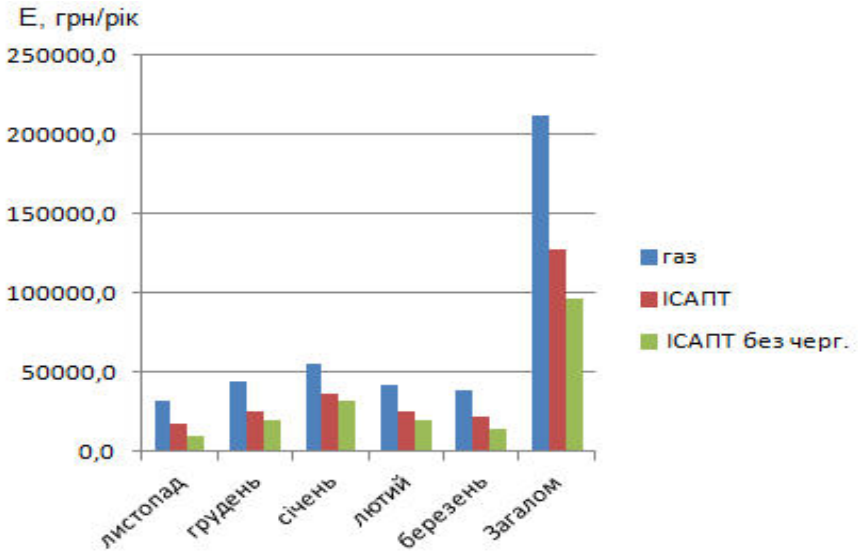


Рис. 1 – Експлуатаційні витрати ІСАПТ протягом опалювального періоду.

Варто відмітити, що тривалість роботи при робочому навантаженні менше 50 % складає 85 % (температура зовнішнього повітря -5 ºС і вище), при цьому тривалість роботи при робочому навантаженні 90 – 100 % складає менше 4 %.Таким чином, режими використання кожного з джерел теплоти у ІСАПТ залежать від технічних характеристик обладнання.

Література

1. Luzhanska G., Galatsan M., Serheiev M., Gryshchenko S., Kandieiev P.. Research of heat generation and consumption modes in combined heat supply systems using alternative energy sources // Праці Одеського політехнічного університету, 2024. Вип. 1(69). – С. 40 – 49

ОПТИМІЗАЦІЯ СКЛАДУ НІТРОЗНОГО ГАЗУ З ВИКОРИСТАННЯМ КАТАЛІЗАТОРІВ У ВИРОБНИЦТВІ НЕКОНЦЕНТРОВАНОЇ НІТРАТНОЇ КИСЛОТИ

Кобзєв О.В., Бацаєв Б.М., Дейнека Д.М, Сінческул О.Л., Сергієнко Ю.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Відомо, що процес абсорбції нітроген оксидів водою у виробництві нітратної кислоти є найважливішим етапом у технологічному процесі і визначається рівновагою реакції взаємодії нітроген (IV) оксиду із водою. Встановлено, що на процес абсорбції безпосередньо впливає співвідношення NO та NO_2, у той час як вплив N_2O_4 у промислових умовах за температур процесу є малоймовірним. Тому пошук оптимальних умов роботи абсорбційної колони у виробництві нітратної кислоти залишається актуальним питанням.

Встановлено, що наявність у нітрозному газі NO і H_2O істотно впливає на концентрацію продукційної нітратної кислоти в кубі колони; зменшення концентрації нітратної кислоти на перших двох нижніх тарілках абсорбційної колони відбувається за рахунок реакційної вологи та за рахунок вмісту NO через недоокисненість нітрозного газу. Показано, що волога може перебувати в нітрозному газі на вході до абсорбційної колони через недостатнє видалення реакційної вологи з газової системи в холодильнику-конденсаторі та через недоокисненість NO в нітрозному газі. Запропоновано методи покращення умов виділення із газового середовища реакційної води.

Проведені комплексні дослідження газових перетворень у системі агрегатів, що працюють під єдиним підвищеним тиском 0,716 МПа та проаналізовано склад газової фази на наявність NO, NO_2, N_2O, O_2, H_2O на устаткуванні цехових промислових лабораторій, агрегатних газоаналізаторах та обладнанні центральних лабораторій підприємств. Встановлено, що максимальна ефективність за окисненням нітроген (II) оксиду у нітроген (IV) оксид відбувається у котлі-утилізаторі та окиснювачі (більше 60 % у кожному апараті), а співвідношення NO/NO_2 залишається майже постійним за ходом газу від окиснювача до абсорбційної колони.

Запропоновано в якості способу зниження вмісту NO на вході до абсорбційної колони використання каталізаторів доокиснення NO до NO_2. Проведено аналіз каталізаторів нанесеного типу, багатокомпонентних оксидних каталізаторів, каталізаторів типу перовскіту та каталізаторів на основі активованого вугілля. Встановлено особливості їх розміщення у технологічному обладнанні та експлуатації у промислових умовах.

На основі проведених досліджень в роботі встановлено, що для більш повного окиснення NO необхідно застосовувати схеми із встановленням реактора-окиснювача нітроген (II) оксиду на ділянці, де об'єднуються два потоки нітрозного газу. Зроблено висновок, що найбільш перспективним є застосування складного, багатокомпонентного каталізатора складу Mn–Ce–O_x або Mn–Ce–Co, що стабільно працює за температур від 100 до 250 °C.

ВИЗНАЧЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДЕЯКИХ РІЗНОВИДІВ М'ЯСНИХ ВИРОБІВ З ФУНКЦІОНАЛЬНИМИ КОМПОНЕНТАМИ

Ковальчук В.М., Земелько М.Л., Бухкало С.І.*
Державний вищий навчальний заклад
«Український державний хіміко-технологічний університет», м. Дніпро
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Мета роботи визначена як класифікація-ідентифікація ієрархії дослідження з метою обґрунтування методів впливу деяких видів функціональних компонентів харчової сировини на основні показники якості інноваційних м'ясних виробів з урахуванням їх кількості та вибору обладнання відповідно до нормативно-технічної документації [1, 2].

Таблиця – Характеристика ієрархії визначення деяких складових дослідження

№	Класифікація-ідентифікація ієрархії стадій дослідження за темою
1	Визначення ієрархії вибору складових функціональних м'ясних виробів: методологія розробки та формування інгредієнтного складу функціональних м'ясних продуктів; вибір відповідного технологічного обладнання; призначення та комплектність обладнання; опис технологічної пропозиції конструкції безпечної діяльності.
2	Сутність дослідницької роботи з удосконаленням інноваційного методу виготовлення м'ясних виробів – визначення властивостей основної та допоміжної сировини.
3	Інтегрована безпечна методика виготовлення м'ясного виробу: визначення показників сировини та готового продукту – органолептичних характеристик та масової частки вологи; часток хлористого натрію та нітриту натрію:
4	Дослідження сучасних успішних практик з визначення інноваційно-технологічних заходів з комплексної інтегрованої безпечної діяльності підприємства.
5	Розроблення раціональної рецептури м'ясного виробу з функціональними компонентами
6	Дослідження порівняльних характеристик впливу функціональних компонентів на показники якості м'ясного виробу відповідно до НТД.
7	Експериментально-практичне дослідження реологічних показників м'ясного виробу з функціональними компонентами за технологічною схемою виробництва.
8	Висновки і перспективи розвитку за інтегрованою безпечною діяльністю.

Головна складова частина виробів з м'яса за визначенням НТД: яловичина, свинина, баранина, м'ясо птиці, конина та ін. Вивчення можливості використання допоміжної сировини в технології м'ясних виробів, наприклад, яєчний порошок, сухі молочні продукти, крохмаль, тваринний білок, білок соєвий, різновиди круп та борошна пов'язане з обґрунтуванням кількості функціональної добавки; порівняльній характеристиці органолептичних, фізико-хімічних та мікробіологічних показників розроблених м'ясних продуктів.

Література:

1. Бухкало С.І. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах (готельно-ресторанна справа). 2-ге вид. доп.: ч. 4, підручник. – К.: ЦНЛ, 2024. 108 с.

2. Пелих В. Г., Ушакова С. В., Сахацька Є. А. Особливості виробництва січених м'ясних напівфабрикатів. – 2020.

ТЕРМОДИНАМІЧНЕ ПІДҐРУНТЯ ФОРМУВАННЯ ФОТОКАТАЛІТИЧНИХ ВАНАДІЙВМІСНИХ ПОКРИВІВ

[1]Корогодська А.М., [1]Сахненко М.Д., [2]Яр-Мухамедова Г.Ш.
[1]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків
[2]Казахський національний університет імені Аль-Фарабі, м. Алмати, Казахстан

Однією з нагальних проблем сьогодення є екологічна, спричинена, у першу чергу, органічними забруднювачами від промислової діяльності. Для вирішення різноманітних екологічних проблем традиційно застосовується напівпровідниковий фотокаталіз, основою якого є розкладання полютантів на поверхні матеріалу, здатного до електроно-діркової провідності. Традиційно носієм каталізатору є інертний матеріал, який не тільки забезпечує розвиненість поверхні композиту метал/оксид металу, але також підвищує його термічну стабільність. У теперішній час прикладне використання мають Al_2O_3, TiO_2, SiO_2, CeO_2, ZrO_2 та ZnO, які широко використовуються у промислових гетерогенних каталітичних процесах, таких як часткове окиснення метанолу до формальдегіду, окиснення о-ксилолу до фталевого ангідриду, амоксидування ароматичних вуглеводнів, окиснення діоксиду сірки до триоксиду та селективне каталітичне відновлення оксидів азоту. Для збільшення ширини забороненої зони оксиди допують перехідними металами, зокрема ванадієм та вольфрамом. Серед перелічених каталізаторів оксиди титану та алюмінію є найбільш зручними носіями перехідних металів в окисно-відновних реакціях деструкції органічних забруднювачів.

Для формування фотокаталітичних покривів використовували плазмово-електролітне оксидування (ПЕО) поверхні відповідного металу у розчині комплексного ванадій-вольфрамвмісного електроліту. За результатами визначення вмісту ванадію та вольфраму у складі покриву встановлено, що оксидна плівка на поверхні алюмінію містить на порядок меншу кількість металів-допантів у порівнянні із оксидною плівкою на поверхні титану. Пояснити отримані результати можна, спираючись на субсолідусну будову потрійних систем $WO_3 – V_2O_5 – Al_2O_3$ та $WO_3 – V_2O_5 – TiO_2$. Наявність в алюмінатній системі складних сполук $AlVO_4$ та $Al_4W_5O_{21}$, що співіснують між собою, свідчить про зв'язування утворюваних у процесі ПЕО оксидів перехідних металів у складний конгломерат. Натомість у титановій системі складні сполуки відсутні, тобто оксиди покриву та матриці співіснують у широкому діапазоні температур. Співставлення морфології отриманих покривів свідчить про більш розвинену поверхню алюмінієвої платформи у порівнянні з титаном. Утворені канальні пори в алюмінієвому покриві є ізольованими, мають діаметр входу 50 – 80 нм та густину розташування 15 – 20 пор на 1 мкм^2. На поверхні титану пори є широкими (діаметр входу 200 – 350 нм) та розташовані нерівномірно із середньою кількістю 8 – 10 пор на 1 мкм^2. Співставлення фотокаталітичних властивостей отриманих покривів у реакції розкладання азобарвника метилового жовтогарячого засвідчило підвищену активність алюмінієвого покриву у порівнянні з титановим, що доводить актуальність застосування отриманих матеріалів в екотехнологіях.

ВОГНЕТРИВКИЙ ЦЕМЕНТ НА ОСНОВІ АЛЮМІНАТІВ БАРІЮ ТА МАГНЕЗІАЛЬНОЇ ШПІНЕЛІ

Костирко В.О., Шабанова Г.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В останні роки отримало широкий розвиток виробництво вогнетривких бетонів та бетонних виробів. Розвиток нової техніки, пов'язаний з використанням високих температур, потребує нових більш ефективних вогнетривких матеріалів, у тому числі й вогнетривких цементів. В наші часи найбільш розповсюдженими вогнетривкими цементами є глиноземистий та високоглиноземистий. Однак ці види цементів не зовсім задовольняють вимогам, що висуваються до футеровок сучасних високотемпературних агрегатів та установок.

Метою дослідження є розробка нових видів та складів цементів на основі алюмінатів барію та магнезіальної шпінелі, що відрізняються високою міцністю, вогнетривкістю та корозійною стійкістю.

Синтез нових ефективних цементів неможливий без дослідження субсолідусної будови багатокомпонентних систем. З цієї точки зору представляє інтерес вивчення субсолідусної будови трикомпонентної системи BaO - MgO - Al_2O_3, до складу якої входять сполуки, що мають високу гідравлічну активність, вогнетривкість, корозійну стійкість.

Субсолідусна будова бінарних систем, що входять до складу трикомпонентної системи, BaO - Al_2O_3, BaO - MgO, Al_2O_3 - MgO, вивчена достатньо. За даними різних авторів у вищевказаних системах при температурі синтезу шпінельвмістних цементів – 1500 °С, існують наступні стійкі бінарні сполуки: $BaAl_{12}O_{19}$, $BaAl_2O_4$, $Ba_3Al_2O_6$, $Ba_4Al_2O_7$, $Ba_8Al_2O_{11}$, $MgAl_2O_4$. У системі BaO - MgO - Al_2O_3 встановлено наявність трикомпонентної сполуки BaMgAl10O17, яка має гексагональну структуру, температура плавлення 1840 °С, Ng = 1,707.

Аналіз отриманих даних вказує на можливість одночасного існування в системі BaO - MgO - Al_2O_3 наступних пар фаз: $BaAl_2O_4$ та MgO, $BaAl_2O_4$ та $MgAl_2O_4$, $BaAl_{12}O_{19}$ та $MgAl_2O_4$. Наявність конод $Ba_3Al_2O_6$ – MgO, $Ba_4Al_2O_7$ – MgO, $Ba_8Al_2O_{11}$ – MgO, $BaMgAl_{10}O_{17}$ - $MgAl_2O_4$, $BaMgAl_{10}O_{17}$ - $BaAl_{12}O_{19}$ та $BaMgAl_{10}O_{17}$ - $BaAl_2O_4$ встановлено на основі геометричного методу аналізу, який широко використовується при вивченні багатокомпонентних систем.

Таким чином, в результаті теоретичних розрахунків була встановлена наявність наступних конод у трикомпонентній системі BaO - MgO - Al_2O_3: $Ba_3Al_2O_6$ – MgO, $Ba_4Al_2O_7$ – MgO, $Ba_8Al_2O_{11}$ – MgO, $BaMgAl_{10}O_{17}$ - $MgAl_2O_4$, $BaMgAl_{10}O_{17}$ - $BaAl_{12}O_{19}$, $BaMgAl_{10}O_{17}$ - $BaAl_2O_4$, $BaAl_2O_4$ – MgO, $BaAl_2O_4$ – $MgAl_2O_4$, $BaAl_{12}O_{19}$ – $MgAl_2O_4$, та побудовано діаграму стану BaO - MgO - Al_2O_3.

ВИКОРИСТАННЯ ВЕЙВЛЕТ-ПЕРЕТВОРЕННЯ ПРИ АНАЛІЗІ ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАМ

Кошутіна Д.В., Сахно К.О., Щербакова Г.Ю.
Національний університет «Одеська політехніка», м. Одеса

Аналіз електрокардіограм (ЕКГ) є одним з відомих методів діагностики серцевих захворювань. Це пов'язано з широким розповсюдженням і різноманіттям таких захворювань. Це також є причиною наявності значної кількості методик виділення і класифікації ознак для діагностування захворювань на основі аналізу ЕКГ. В тому числі існують і підходи, які для позбавлення шуму в сигналі використовують вейвлет-перетворення (ВП) [1]. Також при аналізі ЕКГ актуальні методи аналізу нестаціонарних періодичних сигналів.

До таких методів віднесено і метод [2], який використовує для пошуку характерних точок ЕКГ оптимізацію з ВП. Цей метод надає можливість визначити координати характерних фрагментів ЕКГ. Методику оцінки координат цих характерних фрагментів електрокардіограм та інтервалів між ними засновано на оптимізації з ВП.

Першим етапом обробки є ВП сигналу ЕКГ. Для зниження рівня шуму ЕКГ сигналу при пошуку R-піків із збереженням інформації про частоту та просторову локалізацію QRS-комплексів під час автоматизованої обробки пропонується використання вейвлет функції Добеші [2]. Вибір рівня обробки проводиться на основі аналізу ентропії та енергії сигналу ЕКГ.

На наступному етапі проводиться визначення просторових координат R-піків шляхом пошуку координат екстремумів періодичних сигналів за допомогою оптимізації з ВП [2].

Далі проводиться визначення інтервалів між R-піками для подальшої оцінки статистичних характеристик сигналів ЕКГ, класифікації та прийняття діагностичного рішення. Так для обраного рівня обробки відносна погрішність визначення довжини інтервалів між характерними фрагментами склала менше ніж 4 % за відношення сигнал/шум по амплітуді до 10.

Ці результати надають можливість рекомендувати цей метод для використання в інформаційних технологіях для автоматизованих систем підтримки прийняття рішень у телемедицині.

Література

1.Taiyong Li, Min Zhou, ECG Classification Using Wavelet Packet Entropy and Random Forests. *Entropy* 2016, *18*(8), 285; https://doi.org/10.3390/e18080285. Дата звернення 12.02. 2025.

2. Shcherbakova G. Y. Determination of Characteristic Points of Electrocardiograms using Multi-Start Optimization with a Wavelet Transform / G. Y. Shcherbakova, V. N. Krylov, O. E. Plachinda // *Herald of advanced information technology*. - 2020. - Vol. 3, no 2. - C. 23-33. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua /UJRN/hait_2020_3_2_4.

ВИКОРИСТАННЯ ВЕЛИКИХ МОВНИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ АНАЛІЗУ ВІДЕО

Кунуп Т.В., Антощук С.Г.
Національний університет «Одеська політехніка», м. Одеса

Сучасні технології штучного інтелекту (ШІ) і великі мовні моделі (LLMs, Large Language Models) активно впроваджуються в різні галузі промисловості, сприяючи автоматизації моніторингу, підвищення продуктивності та сталого розвитку [1]. Найбільш традиційними завданнями, в яких використовуються LLMs є автоматизація створення статей, звітів, маркетингових документів, поліпшення перекладів. Для їх вирішення є рекомендації щодо формування промтів (prompt engineering), що передаються моделі у вигляді інструкцій або запитів, для налаштування її роботи з генеративним ШІ. Але впровадження LLMs, що поєднують можливості аналізу текстової та візуальної інформації, вимагає більш складного підходу, що включає додаткову обробку. Метою даного дослідження є оцінка потенціалу та ефективності застосування великих мовних моделей у поєднанні з технологіями технічного зору.

Розроблено інформаційну систему на основі Chat GPT4 (GPT4-mini), роботу якої можна умовно розділити на основні етапи:

Завантаження відео. Користувач може завантажувати відео з локального комп'ютера або вставляти посилання на YouTube. Підтримується обробка відео у різних форматах, що забезпечує гнучкість у роботі з даними.

Вилучення кадрів. Здійснюється вибір кадрів з відео через заданий інтервал часу (від 1 до 20 секунд).

Аналіз кадрів. Проводиться попередня обробка (фільтрація, контрастування тощо) і аналіз кадрів за допомогою алгоритмів машинного навчання для виявлення об'єктів, що цікавлять, і аномалій на кадрі.

Взаємодія з користувачем. Дозволяє переглядати оброблені кадри, ставити питання, уточнювати деталі та аналізувати окремі кадри з відео, а також отримати автоматично генеровані звіти на основі аналізу відео.

Загалом розроблена інформаційна система успішно виконала обробку відео, витягла ключові кадри і сформувала текстовий опис, спрощуючи аналіз відеоданих та надаючи зручний інструмент для роботи з візуальною інформацією. Слід відмітити, що хоча на даний момент використання LLMs може бути досить дорогим через високі вимоги до обчислювальних ресурсів та ліцензування, але очікується, що згодом їхня вартість буде знижуватися. Розвиток технологій та збільшення кількості LLMs з відкритим вихідним кодом розширюють доступність цих інструментів для широкої аудиторії, що дозволить компаніям та організаціям використати передові технології ШІ без значних фінансових вкладень, знижуючи бар'єри для інновацій.

Література

1. https://openai.com/index/gpt-4o-mini-advancing-cost-efficient-intelligence/ Дата звернення 26.02.2025

КАПСУЛЬОВАНІ ПРОБІОТИЧНІ ПРОДУКТИ

Кучерак П.В., Ткаченко Н.А.
Одеський національний технологічний університет, м. Одеса

Сучасні підходи до створення функціональних продуктів харчування активно впроваджують технології капсулювання пробіотичних мікроорганізмів з метою збереження їх життєздатності під час зберігання та проходження шлунково-кишкового тракту. Використання натуральних полімерів, зокрема альгінатів бурих водоростей, таких як *Laminaria japonica*, відкриває перспективні можливості для створення ефективних захисних матриць. Біфідобактерії та лактобацили, як основні представники пробіотичної мікрофлори, потребують надійного захисту для досягнення бажаного ефекту при споживанні.

Мета дослідження – розробити технологію капсулювання пробіотичних культур біфідо- та лактобактерій з використанням альгінатного гелю на основі *Laminaria japonica* з метою підвищення їх збереженості у функціональних продуктах.

Для капсулювання пробіотичних культур використовували змішані культури *Bifidobacterium*, *Lactobacillus acidophilus* та *Lactococcus lactis ssp.* у оптимальних співвідношеннях [2]. У якості капсульної оболонки застосовували гель альгінату натрію, одержаний з *Laminaria japonica*.

Капсули формували методом екструзії – додаванням пробіотичної суспензії до 2 %-вого розчину альгінату, з подальшим крапельним введенням у 0,1 М розчин хлориду кальцію ($CaCl_2$), що забезпечує іонне зшивання полімеру та утворення щільних гелевих капсул.

Для оцінки ефективності капсулювання визначали: життєздатність мікроорганізмів до та після інкапсулювання;

– стійкість капсул до умов, що моделюють шлункове середовище (pH 1,5 – 3,0);

– контрольоване вивільнення пробіотиків у середовищі, що імітує кишкове (pH 6,5 – 7,0);

– органолептичні властивості капсульованого продукту.

Дослідження проводили у три етапи: отримання альгінату з *Laminaria japonica* та приготування гелевої суміші; внесення пробіотиків та формування капсул; оцінка стабільності, життєздатності мікроорганізмів та характеристик капсул у модельних середовищах.

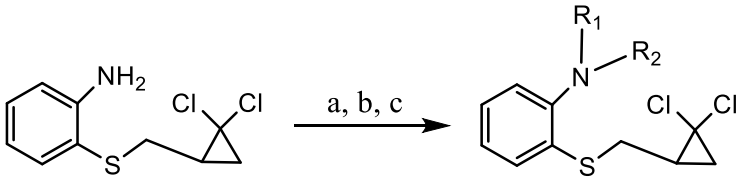
Висновок. Використання *Laminaria japonica* як джерела альгінату натрію для капсулювання пробіотичних культур є ефективним підходом для створення функціональних харчових продуктів. Отримані гелеві капсули забезпечували високу життєздатність змішаних культур *Bifidobacterium* та *Lactobacillus acidophilus*, захищаючи їх від агресивного впливу шлункового середовища. Умови кишкової моделі сприяли поступовому вивільненню мікроорганізмів, що свідчить про потенційну ефективність даного підходу для доставки пробіотиків у шлунково-кишковий тракт. Отримані результати можуть бути використані при розробці нових форм функціональних та дієтичних продуктів.

СИНТЕЗ І ДОСЛІДЖЕННЯ АМІДІВ З *гем*-ДИХЛОРОЦИКЛОПРОПІЛЬНИМ ФРАГМЕНТОМ ТА РОЗКРИТТЯ ЦИКЛУ

Ларіна Г.І., Міхедькіна О.Й.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Гем-дихлороциклопропільний фрагмент є складовою в структурах багатьох засобів захисту рослин та в структурах деяких лікарських засобів.

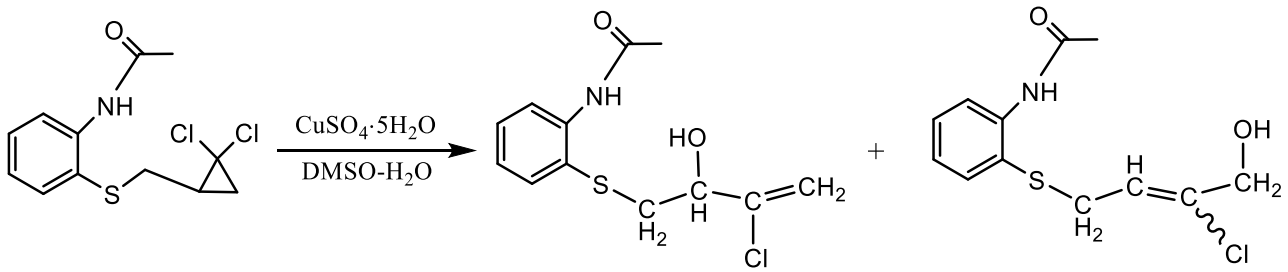
Синтезовані нами і описані раніше сульфонаміди з *гем*-дихлороциклопропільним фрагментом теж показали перспективність досліджень їх в якості гербіцидів. Продовжуючи роботу в цьому напрямку, були синтезовані аміди за схемою:



1 **2-4**

2 (R_1 і R_2 = SO_2Ph); **3** (R_1 = H, R_2 = SO_2Ph); **4** (R_1 = H, R_2 = Ac)
a: $2PhSO_2Cl$, Et_3N, PhH (**2**); **b**: $PhSO_2Cl$, CH_2Cl_2, Py (**3**); **c**: Ac_2O, AcOH (**4**)

Окрім того, з метою отримання нових синтонів для синтезу малодоступних природних складних структур ми дослідили розкриття циклу на прикладі аміду **4** в системі $CuSO_4$/ДМСО/H_2O за методикою [1]:



4 **5** **6** (Z,E)

Індивідуальність сполук **1-6** та відповідність зазначеним структурам підтверджено спектральними методами.

Синтезовані ізомерні алілові спирти **5** і **6** як і сполуки **2-4** є перспективними для дослідження на біологічну активність.

Література:

1. Міхедькіна О.Й., Ларіна Г.І., Циганков О.В. Особливості розкриття циклу в *гем*-дигалогенциклопропілпохідних тіоанізолу в системі $CuSO_4$/DMSO/H_2O. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Хімія, хімічна технологія та екологія, № 1(12)' 2024, с. 20-24.

ОПТИМІЗАЦІЯ СКЛАДУ ВОГНЕЗАХИСНОГО СИЛІКОФОСФАТНОГО ПОКРИТТЯ

Лисак Н.М., Скородумова О.Б., Шаршанов А.Я., Чернуха А.А.
Національний університет цивільного захисту України, м. Черкаси

В умовах зростання вимог до пожежної безпеки в будівництві та енергозбереженні все більшої актуальності набуває проблема підвищення вогнестійкості деревини. Серед численних способів її вогнезахисту на особливу увагу заслуговують силікофосфатні покриття, що характеризуються здатністю ефективно гальмувати процеси горіння, технологічною простотою нанесення, високою адгезією до поверхні матеріалу та екологічністю.

Відомо, що визначення раціонального поєднання компонентів та їхніх фізичних параметрів може сприяти підвищенню ефективності та надійності вогнезахисного покриття. Метою роботи була оптимізація складу вогнезахисної композиції для деревини на основі гелів кремнезему та фосфатних буферних розчинів.

На поверхню зразків деревини ванним методом наносили золі кремнієвої кислоти, модифіковані фосфатними буферними розчинами (pH варіювали в межах від 6 до 8). Після нанесення кожного шару композиції дослідні зразки висушували нагріванням у сушильній шафі при температурі 80 °C.

Як цільову функцію було прийнято втрату маси зразка після вогневих випробувань протягом 120 с. Як фактори оптимізації використовували pH буферного розчину, яким модифікували композиції, та вміст SiO_2 в покритті. Для проведення оптимізації дослідження застосовували уніформ-ротабельний центральний композиційний план другого порядку. На рисунку представлено отримані результати оптимізації.

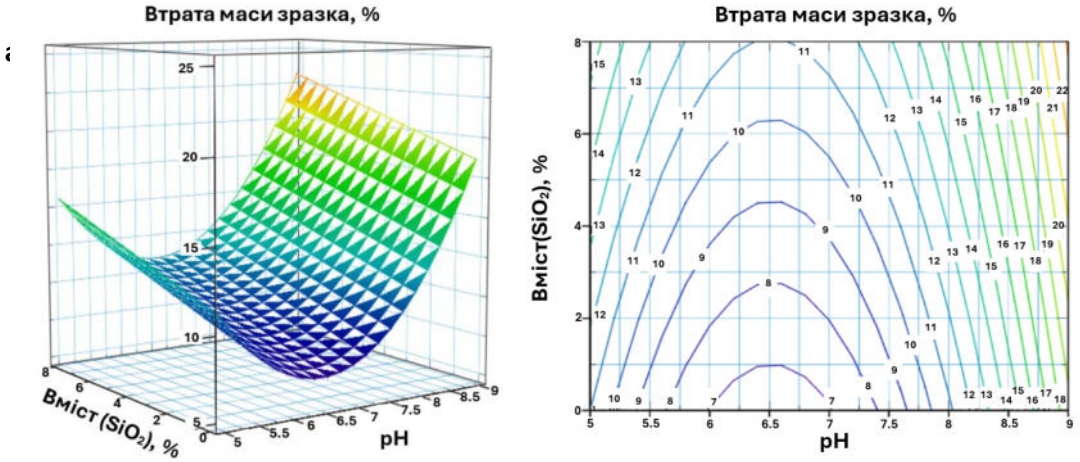


Рис. 1. Графік (а) та номограма (б) залежності відносної втрати маси зразка від концентрації кремнезему та pH буферного розчину

Оптимальним pH буферного розчину, що використовується для приготування вогнезахисної композиції, є pH ~6,5. Для досягнення максимальної вогнезахисної ефективності покриття, необхідно наносити один шар золю. Достатність досить невисокого вмісту кремнезему може бути пояснена особливостями горіння деревини, зокрема, здатність утворювати вуглецевий шар, що додатково уповільнює процес поширення полум'я та зменшує теплопередачу.

РОЗРОБКА РЕЦЕПТУРИ ЗЕФІРУ «ОСІННІЙ»

Лисиченко Д.С., Півень О. М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Овочево-фруктові зефіри це новий напрям функціональної харчової продукції з високим вмістом біологічно активних речовин, що поєднують користь овочів і фруктів із знайомою консистенцією класичного зефіру.

У даній роботі розроблено рецептуру нового овочево-фруктового зефіру та досліджено можливість збагачення зефіру корисними речовинами шляхом використання різних видів пюре: яблучного, морквяного та гарбузового.

Яблучне пюре покращує текстуру і надає зефіру природної солодкості та аромату, морквяне – збагачує продукт бета-каротином та надає приємного оранжевого кольору, а гарбузове – джерело вітамінів А, С, Е та харчових волокон, що сприяють нормалізації травлення. Фруктово-овочева сировина є джерелом пектину. Саме пектин позитивно впливає на процеси виведення з організму солей важких металів, продуктів розпаду лікарських препаратів, токсичних речовин, і підвищує загальну опірність організму, а також знижує артеріальний тиск і рівень холестерину [1].

Для оптимізації рецептури та досягнення найкращих органолептичних характеристик було застосовано метод симплекс-ґратчастих планів Шеффе. Проведено дегустаційне оцінювання зразків з різними співвідношенням яблучного, гарбузового та морквяного пюре. На основі отриманих даних було побудовано математичну модель у вигляді рівняння регресії, яка описує взаємозв'язок між масовими частками цих рецептурних компонентів та органолептичною оцінкою продукту [2].

В точці $У_{max}$ для перевірки адекватності отриманого рівняння був проведений експеримент, в результаті якого зефір «ОСІННІЙ» отримав максимальну органолептичну оцінку при наступному співвідношенні компонентів у трикомпонентній системі: пюре яблучне – 58 %, пюре гарбузове – 23 %, пюре морквяне – 19 %.

Таким чином, було встановлено оптимальне співвідношення інгредієнтів, що забезпечує зефіру приємну текстуру, насичений аромат, гармонійний смак і високу біологічну цінність. Розроблений зефір може бути рекомендований для широкого кола споживачів як натуральний десерт з функціональними властивостями.

Література:

1. Башта А. О. Розроблення способу отримання зефіру оздоровчого призначення / А. О. Башта, В. В.Ковальчук // Харчова промисловість. – 2014. – № 16. – С. 37–41.

2. Симплекс-гратчасте (центроїдне) планування експерименту. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Моделювання технологічних процесів в нафтогазовій галузі» для студентів спеціальності 185 «Нафтогазова інженерія та технології» / В. С. Білецький. – Харків : НТУ «ХПІ», 2021. – 12 с.

ВИКОРИСТАННЯ СИМПЛЕКС-ГРАТЧАСТИХ ПЛАНІВ ДЛЯ РОЗРОБКИ РЕЦЕПТУРИ НАСТОЯНКИ

Лук'янов Я.Р., Півень О.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Настоянки - це алкогольні напої, які виробляють шляхом настоювання спирту на плодах, ягодах, травах, спеціях або інших природних компонентах. Вони відрізняються вираженим ароматом сировини, з якої виготовлені, мають міцність від 20 до 45 % об. Сучасний стан ринку настоянок в Україні залежить від сезонної доступності фруктово-ягідної сировини, уподобань споживачів та загальних тенденцій до натуральності продуктів [1].

У ході дослідження було розроблено нову рецептуру настоянки з використанням виключно натуральної сировини: спирту етилового ректифікованого, яблук, бананів, коріандру, паличок кориці, анісу, цукру та питної підготовленої води.

У процесі виробництва настоянки було дотримано класичної технологічної послідовності: підготовка сировини, настоювання на спирті при відповідному температурному режимі та витримці. Особливу увагу приділено визначенню раціональних параметрів процесу настоювання, що дозволило максимально екстрагувати ароматичні та біологічно активні речовини з плодової сировини та прянощів.

Основною задачею розробки стало створення настоянки із збалансованим смаковим профілем, яскравим ароматом плодів і спецій, при збереженні природного складу та відсутності синтетичних добавок. Використовуючи метод симплекс-ґратчастого планування Шеффе було проведено дегустаційну оцінку 10 рецептур настоянок з різною кількістю взаємозамінних компонентів та отримано рівняння регресії, яке дозволяє визначити оптимальне співвідношення компонентів для досягнення найвищої органолептичної оцінки нового напою [2].

За результатами досліджень, у точці Ymax було встановлено найкраще поєднання трьох ключових компонентів: анісу цілого – 100 %, коріандру цілого – 0 %, паличок кориці – 0 %. Саме при цьому складі настоянка із насиченим бурштиновим кольором «Золотий сад» отримала найвищу оцінку дегустаційної комісії, продемонструвавши приємний фруктово-трав'яний аромат та смак.

Таким чином, було науково обґрунтовано та розроблено нову рецептуру настоянки «Золотий сад».

Література:

1. Рибачок, А. В. Інтенсифікація процесу екстрагування при виробництві гірких настоянок / А. В. Рибачок, В. М. Чорний, Т. Г. Мисюра, Н. В. Попова // ОНАХТ: Наукові праці. – 2015. – №47. – С. 75-78.

2. Гриців В.І., Денисюк Р.О. Планування експерименту на сімплексі. Навчальний посібник. – Житомир: ЖДУ ім. Івана Франка, 2013. – 42 с.

ПОШКОДЖУВАНІСТЬ РОТОРІВ ПАРОВИХ ТУРБІН ПРИ АСИНХРОННОМУ ПІДКЛЮЧЕННІ ЕЛЕКТРОГЕНЕРАТОРА ДО ЕНЕРГОСИСТЕМИ

Марисюк Б.О., Коренна С.Р.
Національний університет «Одеська політехніка», м. Одеса

Процес підключення турбогенератора до енергосистеми (синхронізація) вимагає збігу частоти обертання, напруги та фазових кутів з мережею. Розбіжність у фазах викликає зрівнювальні струми, що спричиняють гальмівний момент та крутильні коливання роторів. Крутильні коливання механічної системи, що виникають внаслідок реактивного сплеску на роторі електрогенератора під час його асинхронного підключення до енергосистеми, описуються системою чотирьох диференційних рівнянь у матричній формі:

$$[I]\left\{\ddot{\varphi}\right\}+[D]\left\{\varphi\right\}+[K]\left\{\varphi\right\}=\{M\}F(t),$$

де: $[I]$ – матриця моментів інерції мас дисків; $[D]$ – матриця демпфування; $[K]$ – матриця жорсткості; $\{M\}$ – вектор моментів; $F(t)$ – функція опису крутного моменту; $\{\varphi\}$ – вектор кута повороту дисків.

Дослідження показало, що при підключенні турбогенератора К-1000-60/3000 ЛМЗ з кутом синхронізації 30° (груба синхронізація) на його валопроводі спостерігаються крутильні коливання з амплітудою, що призводить до накопичення крутильної втоми в металі роторів. На ділянці валу між ЦНТ 1 та ЦНТ 2 відбулося 3 пошкоджуючі коливання, між ЦНТ 2 та ЦВТ – 4, між ЦВТ та ЦНТ 3 – 5, між ЦНТ 3 та ЦНТ 4 – 7, а також між ЦНТ 4 та електрогенератором – 7.

Для розрахунку пошкодження роторів використовувалася лінійна теорія підсумування пошкоджень (гіпотеза Пальмгрена-Майнера). Результати розрахунку показали, що найбільший рівень пошкодження металу внаслідок асинхронного підключення виник на ділянці ротора між паровою турбоустановкою та електрогенератором – $6{,}85\cdot10^{-4}$.

Варто зауважити, що за весь час експлуатації турбоагрегатів відбувається не одне таке асинхронне підключення. Проте на діючих енергоблоках відсутні засоби моніторингу за крутильними коливаннями, що значно ускладнює визначення рівня пошкодження металу роторів та залишкового ресурсу.

Література

1. Chernousenko, O. Y., Marysiuk, B. A. (2024). Damage to steam turbine rotors due to asynchronous connections of electric generators to the unified power system // *Problemele Energeticii Regionale*, *64*(4), 127–134.

КОМБІНУВАННЯ ОЛІЙ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СКЛАДУ ТА ПІДВИЩЕННЯ СТАБІЛЬНОСТІ ДО ОКИСНЕННЯ

Матвєєва Т.В., Папченко В.Ю.
Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України, м. Харків

Сучасні вимоги до раціонального харчування передбачають зменшення споживання трансжирів і насичених жирних кислот та збільшення частки моно- і поліненасичених (ПНЖК), зокрема ω-3 і ω-6, які можуть надходити з оліями [1]. Однак жодна з олій не має ідеального жирнокислотного складу. Наприклад, олеїнова кислота (ω-9) переважає в оливковій та високоолеїновій соняшниковій оліях; лінолева (ω-6) – у соняшниковій і кукурудзяній; а значну частку ліноленової кислоти (ω-3) містять лляна та конопляна олії. Олії з високим вмістом ПНЖК мають обмежену стабільність до окиснення. Серед способів підвищення стійкості до окиснення – додавання антиоксидантів, використання інертного середовища або збереження природної структури. Перспективним рішенням є моделювання композицій олій, що дозволяє поєднувати різні типи олій для досягнення збалансованого складу жирних кислот і покращення стабільності до окиснення без потреби у синтетичних антиоксидантах.

Авторами проведено системний аналіз наукових джерел із використанням метрик провідних наукометричних платформ – *Scopus*, *Web of Science*, *PubMed* та *ResearchGate*. Пошукову стратегію спрямовано на виявлення публікацій, присвячених моделюванню композицій олій з метою покращення їхнього жирнокислотного складу та підвищення стабільності до окиснення, подовження мінімального терміну придатності. До аналізу включено рецензовані статті, опубліковані у 2015–2025 роках, за ключовими словами: *blended oils*, *oil composition modeling*, *oxidative stability*, *fatty acid profile improvement*, *shelf life extension*, *vegetable oil mixture*. На основі зібраної інформації визначено провідні підходи до створення олійних композицій з поліпшеним жирнокислотним профілем; чинники, що впливають на їхню стабільність до окиснення, а також перспективні напрями мінімізації окислювальних процесів без використання синтетичних антиоксидантів. Доведено, що комбінування олій є економічно доцільним методом для створення олій з оптимальним профілем жирних кислот і підвищеною стабільністю до окислення. Одержані результати системного аналізу можуть бути використані науковцями та виробниками харчової промисловості для розроблення композицій олій.

Література:

1. FAO/WHO. Interim summary of conclusions & dietary recommendations on total fat & fatty acids. The joint FAO/WHO expert consultation on fats & fatty acids in human nutrition (2008). Geneva. P. 1–14.

ПОТЕНЦІАЛ НАСІННЯ СОНЯШНИКА В КОНТЕКСТІ ЗАДАЧ ГЛИБОКОЇ ПЕРЕРОБКИ

Матюхов Д.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В результаті досліджень переосмислено бачення переробки насіння соняшника, морфологічні частини якого містять біологічно активні і технологічно цінні речовини. Зусилля, спрямовані на виявлення та розкриття потенціалу цього типу сировини, важливої для України, з урахуванням комплексного підходу до розроблення промислових технологій, обіцяють досягнення суттєвих економічних переваг, зокрема, додаткової вартості продукції та розвиток суміжних галузей, що отримають таким чином поштовх до розвитку із залученням якісної сировини вітчизняного походження. З метою одержання обґрунтованих кількісних характеристик сировини здійснено аналіз даних літературних джерел різних років стосовно вмісту неструктурних вуглеводів, фенольних сполук, фосфоліпідів і воскових естерів.

Виявлено, що кількість водо- та спирторозчинних вуглеводів у знежиреному ядрі може сягати 12 %. Вибір розчинника значним чином впливає на їхній вихід [1]. Вміст цінних фенольних компонентів варіюється в межах 1,5 – 4,2 %, при цьому переважає хлорогенова кислота, на долю якої припадає до 85 %. Загалом ідентифіковано понад 30 різноманітних фенольних сполук [2]. Відзначено, що попри класичні уявлення про хінну та кавову кислоту як найбільш значущі фенольні компоненти слідом за хлорогеновою кислотою, сучасні дослідження показують вміст цих сполук до 300 разів менший за кількість хлорогенової кислоти. Виявлені свідчення того, що фосфоліпіди в процесі дозрівання насіння зберігають приблизно постійну кількість, причому найцінніші з них – фосфатидилхоліни складають понад третину. Воски, у свою чергу, концентруються переважно в лушпинні – до 0,15 %. В ліпідах, виділених з плодової оболонки (лушпиння), їхній вміст сягає 4 %, зі значними відмінностями у складі порівняно з ядром [3].

Узагальнені та оновлені відомості про деталізований склад компонентів насіння соняшнику є основою для вдосконалення технологічних рішень, які дозволять отримати максимальну кількість цільових речовин, що становить інтерес для розвитку глибокої переробки соняшникового насіння з орієнтацією на отримання функціональних компонентів.

Література

1. Sabir M.A., Sosulski F.W., Hamon N.W. Protein Extractability and Purification from Sunflower and Rapeseed Flours. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 1975. V. 23. № 1. P. 16–19.

2. Karamac M., Kosinska A., Estrella I. et al. Antioxidant activity of phenolic compounds identified in sunflower seeds. European Food Research and Technology. 2012. V. 235. № 2. P. 221–230.

3. Garces R., et al. Characterization of sunflower seed and oil wax ester composition by GC/MS, a final evaluation. Food Science & Technology. 2023. V. 173. P. 114365.

ОПТИМІЗАЦІЯ СКЛАДУ ЙОГУРТОВО-ГАРБУЗОВОГО ДЕСЕРТУ

Маштаков Д.С., Ткаченко Н.А.
Одеський національний технологічний університет, м. Одеса

Сучасні тенденції здорового харчування все більше орієнтують споживачів на продукти з високим вмістом білка, особливо серед тих, хто дотримується здорового способу життя. Йогуртові продукти, збагачені рослинними протеїнами та жирами, зокрема білками гарбуза, борошном спельти, насінням льону, є привабливим варіантом для таких споживачів. Гарбуз та борошно спельти, завдяки високому вмісту білка та корисних нутрієнтів, є ефективними джерелами рослинних протеїнів, насіння льону – джерелом поліненасичених жирних кислот омега-3 [1, 2].

Для досягнення бажаних органолептичних характеристик та фізіологічного впливу йогуртового десерту з гарбузом на організм споживача необхідно оптимізувати співвідношення білків, жирів та вуглеводів у відповідності до вимог сучасної нутриціології [1]. Важливо поєднати йогуртову основу, яка є багатим джерелом молочних білків, з іншими інгредієнтами таким чином, щоб забезпечити гармонійний смаковий профіль, зберегти корисні властивості продукту та підвищити функціональні властивості цільового продукту [2].

Метою дослідження є оптимізація співвідношення білків, жирів та вуглеводів (1 : 1 : 4) у йогуртово-гарбузовому десерті, яке дозволить досягти високих органолептичних характеристик та заданих фізіологічних властивостей для здорового харчування.

За сировинні інгредієнти використовували: йогуртову основу з масовою часткою білків 2,8 %, жиру 3,2 %, лактози 3,5 %; концентрат протеїнів гарбуза з масовою часткою білків 51,4 %, жиру 9,8 %, вуглеводів 19,0 %; наповнювач гарбузовий з масовою часткою білків 0,45 %, жиру 0,004 %, вуглеводів 57,9 %, борошно спельти (масова частка білків 14,5 %, жиру 1,7 %, вуглеводів 71,1 %) і насіння льону (масова частка білків 18,0 %, жиру 42,0 %, вуглеводів 19,0 %).

Оптимізація складу йогуртово-гарбузового десерту дозволила визначити співвідношення сировинних інгредієнтів, яке забезпечує масову частку білків, жирів та вуглеводів у ньому 3,9 %, 3,9 % та 15,2 % відповідно. Співвідношення білків : жирів : вуглеводів складає 1,0 : 1,0 : 3,9; співвідношення білків тваринних : рослинних – 54 : 46; жирів тваринних : рослинних – 63 : 37, що відповідає вимогам сучасної нутриціології.

Висновок. Розроблений йогуртово-гарбузовий десерт має збалансований хімічний склад, тому може бути рекомендований як самостійне блюдо для сніданку, вечері або для «швидкого перекусу».

Література:

1. Капрельянц Л.В., Петросьянц А.П. Лікувально-профілактичні властивості харчових продуктів та основи дієтології: підручник. *Одеса: Друк*. 2011. 269 с. Бібліогр.: с. 266. ISBN 978-966-2089-28-7.

2. Ткаченко Н., Чагаровський О., Копійко А. Комбіновані біфідовмісні десерти для військовослужбовців з радіопротекторними властивостями. *Scientific Works*. 2020. № 84/2. С. 23–29.

УТИЛІЗАЦІЯ КАРБОН (IV) ОКСИДУ ШЛЯХОМ ЕЛЕКТРОХІМІЧНОГО СИНТЕЗУ КАРБАМІДУ

Михайлова Є.О.
Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця, Харків

У зв'язку з глобальним потеплінням і посиленням кліматичних змін, що спричинено, зокрема і викидами парникових газів, першочергового значення набуває пошук ефективних методів зменшення концентрації карбон (IV) оксиду (CO_2) в атмосфері. Одним із перспективних напрямів є його хімічна утилізація, тобто перетворення у корисні продукти. Прикладом таких продуктів може стати карбамід ($CO(NH_2)_2$) – один із найважливіших хімічних продуктів, що широко застосовується в сільському господарстві як нітратне добриво, а також у хімічній, фармацевтичній та полімерній промисловості.

Традиційно карбамід одержують шляхом реакції амоніаку (NH_3) з карбон (IV) оксидом під високим тиском (13 – 21 МПа) і температурою (433 – 473 К). Однак сучасні виклики сталого розвитку і зниження викидів парникових газів стимулюють розвиток альтернативних технологій, зокрема електрохімічного синтезу карбаміду. Цей спосіб ґрунтується на одночасному електровідновленні CO_2 та нітрогеновмісних сполук (NO_3^-, NO_2^-, N_2) у присутності відповідного каталізатора. Процес може включати стадії відновлення сполук нітрогену до амоніаку, а також паралельне перетворення карбон (IV) оксиду до активованих форм, здатних до утворення карбаміду, наприклад, карбон (II) оксиду (CO).

Електрохімічний синтез карбаміду може здійснюватися в електролізері за умов навколишнього середовища, що робить його більш енергоощадним порівняно з традиційними методами. Ефективність процесу значною мірою залежить від вибору електрокаталізатора. Сучасні дослідження вказують, що найбільшу ефективність мають молібденові, мідні або залізовмісні сполуки; металоорганічні каркаси; гетероструктури з переходом металів; одноатомні каталізатори, які демонструють високу селективність до утворення карбаміду. Каталізатори повинні забезпечувати одночасне зв'язування та активацію молекул CO_2 та нітрогеновмісних сполук, сприяючи утворенню C–N зв'язків.

До переваг електрохімічного синтезу карбаміду належать: екологічність (використання CO_2 як сировини сприяє зменшенню викидів парникових газів), енергоефективність (процес можна здійснювати за умов кімнатної температури і тиску), можливість використання відновлюваних джерел енергії – сонячних або вітрових установок, модульність та масштабованість (можливість побудови локальних установок для синтезу карбаміду поблизу місць споживання).

Незважаючи на потенціал, електрохімічний спосіб стикається з низкою технічних і наукових проблем, а саме: низьким виходом і селективністю продукту через конкуренцію з реакцією виділення водню, необхідністю у високоселективних та стабільних каталізаторах, складністю виявлення й кількісного аналізу карбаміду в присутності побічних продуктів. Проте, активні дослідження у галузі електрокаталізу, нанотехнологій та оптимізації реакторів відкривають широкі перспективи для комерціалізації цього процесу.

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВНІ ШЛЯХИ ОПТИМІЗАЦІЇ ЕЛЕКТРОХІМІЧНОГО ОСАДЖЕННЯ ХРОМОВИХ ПОКРИТТІВ

Михайлов Д.О., Штефан В.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Традиційно для хромових покриттів використовували електроліти на основі Cr(VI). Такі покриття міцні та довговічні, однак сам Cr(VI) є дуже токсичним і канцерогенним. Тому все більше уваги приділяється альтернативним методам, зокрема електрохімічному осадженню покриттів з менш шкідливого Cr(III).

Але електроосадження з Cr(III) має низку недоліків: менша покривальна здатність; нижчий вихід за струмом; складність утворення товстих і однорідних покриттів; наявність мікротріщин у покриттях [1].

Cr(III) відновлюється у два етапи: спочатку утворюється Cr(II), який потім переходить у металевий хром. Цей процес ускладнюється побічними реакціями, наприклад, утворенням гідроксидів, які псують покриття.

Сучасні підходи до оптимізації:

1. Модифікація електроліту.

- Додавання сахарози або ПАР допомагає зменшити внутрішні напруження та кількість тріщин у покриттях.

- До електроліту додають органічні речовини, які утворюють комплекси з Cr(III), полегшуючи його осадження. Деякі комплексоутворювачі сприяють формуванню покриттів з високим вмістом вуглецю (Cr–C) до 37.25 ат.% [2], які мають підвищену твердість та провідність.

- Замість води можливо використовувати так звані іонні рідини або глибокі евтектичні розчини (DES).

- Додавання наночастинок дає змогу підвищити твердість та зменшити пористість [3].

2. Модифікація режиму електролізу. Застосування імпульсного або реверсивного імпульсного струму дозволяє краще контролювати структуру покриття, зменшити розмір зерен, уникнути перегріву та тріщин [1].

Література:

1. V. Shtefan, N. Balamut, N. Kanunnikova and A. Shcholokova, How the Parameters of Pulse Electrolysis Determine the Structure of Chromium Oxide Composites, *2024 IEEE 5th KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek)*, Kharkiv, Ukraine, 2024, pp. 1-6.

2. Preparation and Characterizations of High Carbon Content Cr-C Coatings Electroplated from a Trivalent Chromium-Based Bath / C.-E. Lu та ін. *International Journal of Electrochemical Science*. 2015. Т. 10, № 7. С. 5405–5419.

3. Modification of Cr/CrN composite structure by Fe addition and its effect on decorative performance and corrosion resistance / J. He та ін. Ceramics International. 2021. Т. 47, № 17. С. 23888–23894.

АНАЛІЗ ЧИННИКІВ УМОВ ПРАЦІ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ГІРНИЧОДОБУВНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Мороз М.О.[1], Михайлова Є.О.[2]

[1]Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, м. Харків

[2]Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця, м. Харків

Підприємства гірничодобувної промисловості – це цілісний технічно-організаційний комплекс для видобутку корисних копалин, будівництва та експлуатації об'єктів із застосуванням гірничих технологій. Він значно впливає на економічні показники області, де розташований.

Ще за мирних часів з'явились позитивні тенденції щодо підвищення виробничих потужностей, модернізації обладнання підприємств, впровадження нових екологічних та енергозберігаючих технологій, заходів з безпеки праці. Проте у теперішній час здійснення оздоровчих заходів щодо покращення умов праці та збереження здоров'я працюючих знаходиться не на належному рівні. Тому створення здорових умов праці, проведення заходів щодо профілактики професійних захворювань на більшості підприємств є дуже актуальними.

Проведений аналіз свідчить, що на підприємствах галузі необхідна заміна застарілого обладнання. Модернізація основного виробництва шляхом використання сучасного імпортного устаткування може змінити традиційний характер праці провідних робочих професій та покращити їхні умов праці.

Однією з головних проблем гірничодобувних підприємств є вміст пилу у повітрі робочих місць, який у десятки, сотні разів перевищує гранично допустимі концентрації. Це пояснюється відсутністю засобів боротьби з пилом чи низькою їхньою ефективністю. Особливо висока запиленість повітря спостерігається під час бурових робіт. Різні рівні запиленості на обстежених підприємствах визначають різні пилові навантаження для робочих основних професійних груп. Також спостерігається непостійність газового складу повітря робочих місць, яка пов'язана з виділення у повітря оксидів нітрогену та карбону, гідроген сульфіду, продуктів вихлопу двигунів під час використання самохідного устаткування.

Інша проблема галузі полягає у одночасному впливі на робітників основних професійних груп шуму та вібрації. Це пов'язано з використання на гірничодобувних підприємствах різних типів бурових верстатів, вантажних машин, електровозів та іншого обладнання. Зокрема, високі рівні шуму виникають під час роботи скреперних лебідок, вантажних машин та електровозів. При обслуговуванні гірських машин робітники також піддаються дії локальної або загальної вібрації, рівні якої значно перевищують нормативні значення. Найбільш несприятлива ситуація має місце при виконанні бурових робіт ручними перфораторами або буровими установками. При цьому при бурінні перфораторами бурильник піддається зазвичай локальній вібрації, а при бурінні шпурів багатошпиндельними установками – загальній вібрації.

ПРОБЛЕМИ ПОБУДОВИ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ПОЗАМОВНИМ ВИРОБНИЦТВОМ В УМОВАХ ЛОГІСТИЧНОЇ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

Мрихін А.Л., Антощук С.Г.
Національний університет «Одеська політехніка», м. Одеса

Ефективне планування позамовних виробництв з великою номенклатурою виробів – нетривіальне завдання, яке ще більше ускладняється в умовах логістичної невизначеності, коливань попиту і порушень ланцюжків поставки матеріалів. Існуючі інформаційні системи (ІС), засновані на традиційних підходах до управління виробництвом MRPII/ERP і Lean (ощадливе виробництво), часто справляються із цією проблемою не цілком задовільно.

Основні недоліки MRPII/ERP систем: орієнтація на прогноз попиту, складне перепланування, слідування припущенню про здійсненність плану поставки матеріалів, похідного від головного виробничого плану (master production schedule, MPS).

Ключові інструменти Lean, унеможливлюють використання яких для багатономенклатурних позамовних виробництв та нестійкості попиту та постачання – передбачають втілення двох основних концепцій «точно-вчасно» (just in time, JIT) та «вирівнювання виробництва» (hejunka). Перша передбачає постачання матеріалів та напівфабрикатів невеликими партіями у міру виникнення потреби, а друга – випуск однакової кількості або типу виробів протягом фіксованих інтервалів часу.

На основі аналізу існуючих ІС управління виробництвом запропоновані наступні пропозиції щодо адаптації MRPII/ERP систем до позамовних виробництв в умовах логістичної невизначеності:

–впровадження гнучкого планувальник, що підтримує швидке оновлення головного виробничого плану на основі даних про стан виробництва та постачання, що дозволяє скоротити горизонт заморозки MPS;

–інтеграція цього планувальника з модулем приймання замовлень для автоматичного обчислення очікуваних строків виконання замовлень з урахуванням доступності матеріалів;

–застосування методики сегментації закупівлі виробничих матеріалів (segment, stock and plan – SSP), яка передбачає поділ резервних запасів за критеріями потреба/вартість/термін і скорочення розривів у забезпеченні матеріалами.

Видача замовлень у виробництво повинна здійснюватися тільки після гарантованого забезпечення всіма необхідними матеріалами для виготовлення замовлення на всіх етапах постачання.

УДОСКОНАЛЕННЯ СКЛАДУ КОСМЕТИЧНОГО ГЕЛЮ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ШКІРИ

Овсяннікова Т.О., Передерій І.Д.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Тенденція інтересу до здорового способу життя зумовлює підвищення попиту засобів для гігієнічних процедур. Поінформованість, що зростає, про здоров'я і красу змушує людей купувати косметичні продукти, які дбайливо очищають шкіру та допомагають зберегти привабливість тіла.

Одним з найпоширеніших засобів для очищення шкіри тіла від забруднень є гель для душа. Після гігієнічної процедури з використанням мила шкіра стає стягнутою, виникає відчуття сухості та дискомфорту. У порівнянні з милом, в гелі для душу більше косметичних добавок і менше власне мила, тому він рідше викликає роздратування і сухість шкіри, порушення кислотно-лужного балансу.

Для видалення з поверхні шкіри забруднень і ороговілих клітин необхідні очищаючі компоненти. Завдяки поверхнево-активним речовинам косметичний засіб піниться та розчиняє забруднювачі. Щоб знизити собівартість продукту, виробники часто використовують сульфати (SLS, SLES), які сушать та викликають подразнення шкіри [1].

Заміна сульфатних поверхнево-активних речовин на безсульфатні, які створені на основі біорозкладної рослинної сировини, дозволяє не пересушувати і не подразнювати шкіру та дбайливо очищати кожні покриви.

Метою роботи є підбір безсульфатних ПАР для м'якого очищувального ефекту. В якості натуральних ПАР ми пропонуємо кокамідопропілбетаїн, кокоглюкозид та децилглюкозид.

Кокамідопропілбетаїн – це амфотерна ПАР преміум-класу, яка отримана з кокосових жирних кислот і бетаїну. Кокамідопропілбетаїн вважається безпечною і м'якою поверхнево-активною речовиною.

Кокоглюкозид є м'якою неіоногенною поверхнево-активною речовиною, її виробляють із кокосової олії або м'якоті і виноградного цукру. Цей ПАР відрізняється особливо делікатною дією.

Децилглюкозид – м'яка неіоногенна поверхнево-активна речовина, яка отримана з жирних олій кокосового горіха і глюкози, що міститься в кукурудзяному крохмалі. Вона належить до найбільш безпечних поверхнево-активних речовин [2].

Література:

1. Як користуватися гелем для душу: 6 простих кроків до ідеальної шкіри [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://sistersaroma.com/blog/beauty-poradi/kak-ispolzovat-gel-dlya-dusha/

2. ПАР у косметиці: види і варіанти застосування [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://organic-store.in.ua/beauty/1037-par-u-kosmetytsi-vydy-i-varianty-zastosuvannia.html

РОЗРОБКА КОМПЛЕКСНОЇ ХАРЧОВОЇ ДОБАВКИ ДЛЯ ПАНІРУВАЛЬНОЇ СУМІШІ

Овсяннікова Т.О., Фалалєєва Т.В., Андросова А.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Важливим аспектом розвитку харчової індустрії є розробка та удосконалення харчових продуктів, які здатні підвищити якість життя сучасної людини. Перспективним є напрям смажених панірованих страв, завдяки популяризації стріт-фудів.

Панірувальні суміші, які наразі наявні на полицях магазинів в Україні – це панірувальні сухарі, в деяких випадках це сухарі з додаванням прянощів та солі. Ресторани споживачеві пропонують інший вид панірування, який відрізняється органолептичними властивостями, чим і подобається людині. Панірування більш пухке, хрустке, структурне і зовнішньо привабливе. Але вдома домогтися такої структури на страві з фритюру або смаженої на сковорідці дуже складно [1].

Проте ресторанні панірувальні суміші містять багато компонентів, які відштовхують споживача своєю хімічною природою, такі як фосфати, трифосфати та пірофосфати натрію, глюконо-дельта-лактон, глутамат натрію, інозинат і гуанілат, та інші сполуки, які додаються для досягнення функціональних властивостей.

Тому розробка комплексної харчової добавки для панірувальної суміші з використанням складників природного походження є актуальною.

Модифікований крохмаль 1442 є стійким до впливу високих температур, циклів заморожування-розморожування та до механічної обробки. Внесення камеді у суміш збільшує адгезію кляру з поверхнею продукту. Мальтодекстрин було внесено для поліпшення органолептичних властивостей, збільшення хрусткості і зовнішнього виду смаженого у фритюрі продукту. Наступним кроком було внесення у композицію білкової складової для запобігання абсорбції олії в продукт, оскільки протеїни можуть утворювати термічно викликані гелі, які здатні змінювати пористість продукту.

Після проведення ряду досліджень була прийнята рецептура, яка має найліпші показники, до ней увійшли компоненти: крохмаль модифікований INS 1442, мальтодекстрин, ксантанова камедь, борошно кукурудзяне, сіль кухонна.

Розроблена комплексна добавки для панірувальної суміші здатна задовільнити потреби людини в приготуванні смаженої їжі вдома, створивши страву ресторанного рівня без додаткових інгредієнтів або навичок.

Література:

1. Hydrocolloids effect on coating batter and on organoleptic properties of rissol regenerated in oven and comparison with deep-frying process. Millenium-Journal of Education Technologies and Health, 2019. – P. 3-8.

СТАН ОЛІЄЖИРОВОЇ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ У ВЕРЕСНІ-БЕРЕЗНІ 2024/25 МАРКЕТИНГОВОГО РОКУ

Папченко В.Ю., Матвєєва Т.В.
Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України, м. Харків

Головною особливістю 2024/25 маркетингового року (МР) для підприємств олієжирової галузі України, як і для всієї країни, залишалась робота в умовах військового стану. Але незважаючи на всі перепони та виклики обсяг виробництва основних видів насіння олійних культ у вересні-березні 2024/25 МР (за даними Асоціації "Укроліяпром" станом на 01.04.2025 року) складає: соняшнику - 12000 тис. т., сої - 6298,6 тис. т., ріпаку - 3600,0 тис. т., що проти відповідного періоду 2023/24 МР характеризується скороченням виробництва на 14 % насіння соняшнику (13900 тис. т.) та ріпаку (4400 тис. т) при одночасному зростанні виробництва сої (4800 тис. т.) майже на 33 %. Експорт насіння олійних культур у звітній період становив: соняшнику - 65,0 тис. т., сої - 2685,0 тис. т., ріпаку - 2965 тис. т. (липень-листопад), у той час як внутрішня переробка складає відповідно соняшнику 6970 тис. т., сої 1580 тис. т. та ріпаку 480 тис т. Виробництво соняшникової та соєвої олій у вересні-березні 2024/25 МР становило 3,100 млн. т. та 0,315 млн. т., а ріпакової 0,205 млн. т. за липень-березень 2024/25 МР [1].

Спостерігається зростання цін на насіння соняшнику на внутрішньому ринку - ціни зросли у порівнянні з початком 2023/24 МР майже вдвічі, а саме з 13 – 14 тис. грн/т. до 25-28 тис. грн./т. Враховуючи те, що у собівартості олії соняшникової 85 % займає вартість насіння соняшнику, а для виробництва однієї тони олії соняшникової необхідно переробляти 2,2-2,4 т. насіння, то звичайно відбулось зростання цін. Вартість соціально значущої продукції - олії соняшникової на внутрішньому ринку, яка впродовж останніх років не мала тенденцій до зростання, а навпаки трималась на стабільному рівні, або знижувалась, вже на початку 2024/25 МР мала тенденцію до зростання [1] і за даними Держстату України, у лютому 2025 року споживчі ціни на олію соняшникову зросли до 77,98 грн/л.

Основні країни – імпортери у вересні-березні 2024/25 МР: насіння соняшнику - Франція 63,8 %, Іспанія 24,0 %, інші 12,2 %; соняшникової олії (експортовано 2829,9 тис. т.) – Індія 17,5 %, Іспанія 12,8 %, Італія 10,9 % та ін.; соняшникового шроту (експортовано 2060,7 тис. т.) – Китай 34,5 %, Франція 14,5 %, Польща 12,9 % та ін.; бобів сої (експортовано 2685,2 тис. т.) – Туреччина 24,2 %, Єгипет 14,8 %, Нідерланди 11,7 %, Пакистан 10,3 % та ін.; соєвої олії (експортовано 299,9 тис. т.) – Польща 60,0 %, Індія 12,1 % та ін.; соєвого шроту (експортовано 715,9 тис. т.) – Польща 34,8 %, Угорщина 21,7 %, Іспанія 10,9 % та ін. [1].

Література:

1. Офіційний сайт асоціації «Укроліяпром» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.ukroilprom.org.

СТАН ВПРОВАДЖЕННЯ ПРИНЦИПІВ ЗЕЛЕНОЇ ХІМІЇ В УКРАЇНІ У КОНТЕКСТІ МІЖНАРОДНОГО ДОСВІДУ

Петров С.О., Власенко О.С., Петрова Ю.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Зелена хімія, сформульована П. Т. Анастасом і Дж. Ворнером, базується на принципах, що зменшують або усувають використання небезпечних речовин у хімічних процесах. Вона є ключем до сталого розвитку промисловості, безпеки виробництва та захисту довкілля. З урахуванням сучасних екологічних викликів, для України дотримання цих принципів є надзвичайно важливим.

В Україні деякі фармацевтичні компанії вже впроваджують зелені підходи, модернізуючи контроль якості з акцентом на екологічну безпеку. Вагомий внесок у розвиток напряму здійснює НТУ "ХПІ", де проводяться наукові дослідження щодо зеленої хімії та технологій [1,2] і впроваджено відповідний навчальний курс. Аналогічні освітні ініціативи реалізуються й в інших провідних університетах країни.

Попри окремі досягнення, загалом вітчизняна хімічна промисловість залишається технологічно застарілою, що ускладнює інтеграцію принципів зеленої хімії. Додатковими перешкодами є наслідки війни та брак фінансування інновацій. Водночас у країнах ЄС, США, Китаї та Японії активно підтримується сталий розвиток: застосовуються відновлювані ресурси, впроваджуються енергоефективні та маловідходні технології, а дослідження отримують системну підтримку [3,4].

Щоб забезпечити ефективне впровадження зеленої хімії в Україні, необхідна модернізація промислових потужностей, активізація державної підтримки, впровадження національної стратегії та посилення міжнародної співпраці.

Література:

1. Приклад синергії підходів зеленої хімії та зеленої енергетики / С. О. Петров, Д. О. Данильченко, С. А. Куценко, Т. В. Фалалєєва, Ю. В. Петрова, К. О. Мінакова // Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Сер. : Нові рішення в сучасних технологіях = Bulletin of the National Technical University "KhPI". Ser. : New solutions in modern technology : зб. наук. пр. – Харків : НТУ "ХПІ", 2024. – № 1 (19). – С. 11-19.

2. Danylchenko, D., Fedorchuk, S., Potryvay, A., Minakova, K., Petrov, S., & Petrova, Y. (2024). Green energy as a key element of the implementation of the concept of distributed generation. Electrical Engineering and Power Engineering, (4), 32–43. https://doi.org/10.15588/1607-6761-2023-4-4.

3. PCC Group. Green Chemistry – Sustainable chemical products and innovations [Електронний ресурс]. – Доступу: https://www.products.pcc.eu/en/green-chemistry/

4. ACS Sustainable Chemistry & Engineering. ACS Publications [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://pubs.acs.org/journal/ascecg.

РОЗРОБКА НОВОЇ РЕЦЕПТУРИ ТВЕРДОГО СИРУ БЕЛПЕР КНОЛЛЕ ЗІ СПЕЦІЯМИ

Пивоварова Т.А., Півень О.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Твердий сир – це зрілий сир з різних видів молока, що має щільну текстуру, насичений смак та аромат. Він містить менше вологи, ніж напівм'який сир, і переважно довше зберігається. Вміст вологи у сирі залежить від пресування та тривалості витримки [1]. Белпер Кнолле – це твердий швейцарський сир у формі маленьких кульок у обсипці із чорного перцю. Консистенція сиру змінюється протягом періоду його дозрівання, так що в перший місяць це напівм'який сир, а до року дозрівання сир стає твердим.

У даній роботі розглянуте питання щодо розроблення рецептури сиру Белпер Кнолле зі спеціями: червоний перець, чорний перець, суміш трав «Італійські трави». Тверді сири багаті на білок, кальцій і вітамін D, що сприяє зміцненню кісток. Вони також містять вітаміни групи B, зокрема B12, який важливий для нервової системи. Використані спеції в своєму складі містять капсаїцин в червоному перці та піперин у чорному перці. Капсаїцин прискорює обмін речовин, а також має антиоксидантні властивості, які зменшують запалення та захищають клітини від пошкодження. Піперин стимулює секрецію травних ферментів, полегшуючи засвоєння їжі [2].

Для оптимізації рецептури нового сиру та визначення його максимальної органолептичної оцінки Y_{max} в залежності від концентрації взаємозамінних компонентів (x_1, x_2, x_3), використовуючи симплекс - ґратчасті плани Шеффе, було проведено дегустаційне оцінювання, а саме підготовлено 10 зразків з різною кількістю трьох взаємозамінних компонентів: x_1 – масова частка чорного перцю, x_2 – масова частка червоного перцю, x_3 – масова частка суміші трав «Італійські трави» та визначена середня органолептична оцінка зразків Y.

За результатами проведеної дегустації нового сиру отримано математичну модель у вигляді рівняння регресії та діаграму «склад-властивість». Для перевірки адекватності рівняння у точці Y_{max} був проведений експеримент та отримано продукт з максимальною органолептичною оцінкою [3].

Таким чином, було оптимізовано рецептурний склад твердого сиру Белпер Кнолле зі спеціями, та отримано кінцеву рецептуру нового продукту.

Література:

1. Величко А.Є., Кухарук Р.М., Маслова І.В., Пухлякова М.В. Стан та перспективи розвитку ринку молока та молочних продуктів України. Агросвіт. 2021. № 16. С. 62-68.

2. Приступа, Б. В., Богату, С. І., & Рожковський, Я. В. (2022). Фармако-хімічний аналіз та медичне застосування рослин роду daucus (Огляд). *Вісник Одеського національного університету. Біологія*, *27*(1(50), 37–50.

3. Гриців В. І., Денисюк Р. О. Планування експерименту на сімплексі. Навчальний посібник. – Житомир: Житомирський державний університет імені Івана Франка, 2013. – 42 с.

ЖИРНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД ЙОГУРТОВИХ ПРОДУКТІВ З НАСІННЯМ ЧІА ДЛЯ ДІВЧАТ-СПОРТСМЕНОК

Подолян З.С., Ткаченко Н.А.
Одеський національний технологічний університет, м. Одеса

У сучасних умовах підвищеного інтересу до продуктів харчування для спортсменів, значну увагу приділяють оптимізації їх жирнокислотного складу. Йогурти з додаванням насіння чіа (*Salvia hispanica L.*) мають потенціал для покращення ліпідного профілю та забезпечення організму незамінними жирними кислотами, зокрема, омега-3. Для дівчат та жінок, які активно займаються спортом, важливо дотримуватись збалансованого співвідношення омега-3 до омега-6 (від 1 : 1 до 1 : 2), що сприяє зниженню запалення, підтримці серцево-судинної системи та репродуктивного здоров'я [1].

Насіння чіа містить близько 30м– 35 % жирів, з яких до 60 % – альфа-ліноленова кислота. Додавання насіння чіа до йогуртових продуктів підвищує їх харчову цінність і біологічну ефективність [2], покращує текстуру, стабільність та функціональні властивості [4]. Особливо ефективним є поєднання насіння чіа з пробіотичними культурами та використання низькожирної йогуртової основи [3].

Метою представленого наукового дослідження стало визначення співвідношення жирних кислот у розроблених йогуртових продуктах для дівчат-спортсменок розрахунковим методом.

Масова частка молочного жиру у розроблених йогуртових продуктах – 1,5 %, масова частка насіння чіа – 4,3 % [3], загальна масова частка жиру у продуктах складає 2,8 %. Згідно проведених розрахунків, у розроблених йогуртових продуктах співвідношення насичених жирних кислот : мононенасичених жирних кислот : поліненасичених жирних кислот складає 1,0 : 0,5 : 1,0, а співвідношення омега-3 : омега-6 – 2,5 : 1,0, що значно перевершує сучасні дієтичні рекомендації та сприяє протизапальній дії, що особливо актуально для дівчат-спортсменок у період інтенсивних тренувань.

Висновок. Розроблені йогуртові продукти з насінням чіа для дівчат-спортсменок мають баланс омега-3 : омега-6 – 2,5 : 1,0, що сприятиме зниженню запальних процесів у їх організмі, покращуватиме відновлення після фізичних навантажень, підтримуватиме серцево-судинне здоров'я та позитивно впливатиме на мозкову активність і гормональний фон.

Література:

1. Simopoulos A.P. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomedicine & Pharmacotherapy*. 2002. Vol. 6. Issue 8. P. 365–379.

2. Ixtaina V.Y., Nolasco M.C., Tomás M.C. Characterization of chia seed oils obtained by pressing and solvent extraction. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2011. Vol. 24. Issue 2. P. 166–174.

3. Tkachenko N., Podolian Z. The usage of chia seeds in the production of yogurt desserts for athletes. *Grain Products and Mixed Fodder's*. 2025, Vol. 25. Issue 1 (97). P. 33–40.

ВИКОРИСТАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ РОЗРОБКИ РЕЦЕПТУРИ ДЖЕМУ «НІЖНИЙ ФЕНІКС»

Пось Е.О., Півень О.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Пряні овочево-фруктові джеми – новий напрям функціональної харчової продукції з вираженим кулінарним та гастрономічним потенціалом. У роботі розглянуто процес створення рецептури інноваційного джему на основі паприки, перцю чилі, яблука, сушеної моркви, горіхів, прянощів та збагачувального компонента - гарбузової олії.

Розроблена композиція джему включає як солодко-пряні інгредієнти (яблуко, морква, цукор, кориця), так і гостро-пікантні – перець чилі, мускатний горіх, кардамон. Яблука покращують соковитість, текстуру та органолептичну гармонію смаку. Волоські горіхи додають поживності, а гарбузова олія – джерело омега-3 жирних кислот та вітаміну Е. Додавання паприки та перцю чилі, який містить капсаїцин - біологічно активну речовину з вираженим судинорозширювальним і протизапальним ефектом, надає джему яскравого кольору та характерної гостроти, а паприка є джерелом бета-каротину, вітаміну С та антиоксидантів, які сприяють зміцненню імунної системи. Агар-агар, як рослинний желюючий агент на основі червоних водоростей, забезпечує стабільну гелеутворюючу структуру продукту [1].

Технічний результат даної розробки полягає у вирішенні задачі одержання готового до споживання продукту з покращеними органолептичними та смако-ароматичними показниками, який містить тільки натуральні інгредієнти. За новою рецептурою отримано джем насиченого червоного кольору з вираженим пряно-фруктовим ароматом, м'якою консистенцією, гармонійним поєднанням солодощів, гостроти та горіховості.

За допомогою симплекс-ґратчастих планів Шеффе, з метою досягнення оптимального співвідношення взаємозамінних рецептурних компонентів, було проведено дегустаційне оцінювання нового джему. На основі результатів сенсорної оцінки була побудована математична модель у вигляді рівняння регресії [2]. Для перевірки адекватності отриманого рівняння у точці U_{max} було виконано контрольний експеримент. Найвищу органолептичну оцінку джем «НІЖНИЙ ФЕНІКС» отримав при наступному співвідношенні інгредієнтів у трикомпонентній системі: кориця – 14 %, кардамон – 86 %, імбір – 0 %.

Таким чином, було визначено найкраще співвідношення компонентів рецептури та сформовано остаточну формулу пряного овочево-фруктового джему з покращеними смаковими та функціональними характеристиками.

Література:

1. Савченко Л. В. Дослідження технології виробництва овочевих джемів з підвищеною біологічною цінністю // *Вісник ХДУХТ*. – 2021. – № 3(74). – С. 72–77.

2. Гриців В.І., Денисюк Р.О. Планування експерименту на симплексі. Навчальний посібник. – Житомир: ЖДУ ім. Івана Франка, 2013. – 42 с.

УНІФІКАЦІЯ СИСТЕМИ ОЦІНКИ СМАКУ МОДИФІКАТОРІВ СМАКУ ТА ПОТЕНЦІАЛ ЇЇ ВИКОРИСТАННЯ

Пруцев О.С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут, м. Харків

В роботі розглянуто доцільність створення бази даних модифікаторів смаку та її використання для моделювання нових продуктів**.**

Для оцінки солодкості цукрозамінників використовується одиниця SES (sweetness equivalency of saccharose – солодкість еквівалентна цукрозі). Аналогічні одиниці вимірювання можуть бути використані для оцінки інших видів смаку – кислого, солоного, гіркого та умамі.

При використанні таких одиниць вимірювання всі модифікатори смаку (або взагалі всі інгредієнти та харчові добавки, що впливають на смак виробу) можуть бути зведені до загальних баз даних, які надалі зможуть бути використані при моделюванні смаку нового продукту. Такий підхід зменшує витрати цінних ресурсів на довгі експерименти та дозволяє вести більш продуктивний діалог у питаннях смаків без можливих похибок через людський фактор при роботі з дегустаторами.

Використання баз даних та програм моделювання при таких випробуваннях має додаткову перевагу, оскільки, як і солодкість підсоложувачів, смакові інтенсивність інших видів смаку також змінюється залежно від багатьох факторів, таких як концентрація або . Людині дуже важко прорахувати такі зміни, тоді як використання програм моделювання та уніфікованих систем дозволяє відстежувати вплив найменших змін у складі або формі продукту на смак, який отримується у результаті.

Література:

1. Дорохович А. М. Цукри, цукрозамінники, підсолоджувачі та їх використання при виробництві кондитерських виробів. https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/e97d61f0-37e5-4bc9-be2e-f652556608ea/content

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЖИВУЧОСТІ МІСЬКИХ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ

Пустовіт А.В.
Національний університет «Одеська політехніка», м. Одеса

Важливим напрямом в організації роботи резервних електрогенераторів, які дозволяють запобігти тривалим відключенням теплогенерації при аваріях зовнішніх електроджерел, є використання режиму когенерації [1], при цьому вирішується наступні проблеми – підвищується ефективність використання тепла палива, а також в котельні є додаткове автономне, незалежне від котла джерело тепла, яке може на деякий час забезпечити живучість системи теплопостачання при руйнуванні основних генераторів тепла – котлів. Більш того, в таких аварійних ситуаціях, при наявності електрогенерації можливе використання надлишку (власних потреб) виробленої електрики для підігріву мережної води в системі теплопостачання в додатковому електрокотлі (рис. 1). Звичайно, цей режим роботи, скоріш за все, не забезпечить розрахункові параметри теплозабезпечення, але може зберегти живучість системи, тобто не дозволить її руйнування через замерзання теплоносія в котельні, мережі та системах опалення у споживачів.

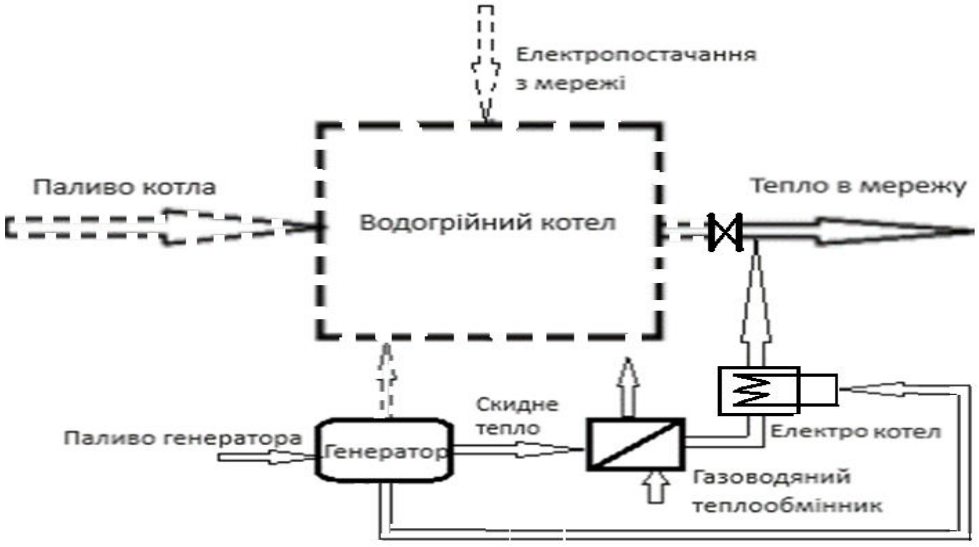


Рис. 1 – Схема аварійного забезпечення котельні електрикою та теплотою

Наслідки таких ситуацій надзвичайно руйнівні, затратні та потребують значного часу на відновлення.

Література

1. A. Mazurenko, A. Klymchuk, G. Pozdniakova, A.Pustovit, V. Shavrov. Problems of reliable heat supply providing in the conditions of non-guaranteed electricity supply to heat-generating enterprises // Праці Одеського політехнічного університету. 2024 1(69), С. 23–31.

ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ФОРМАЛЬДЕГІДУ В ОЗДОБЛЮВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛАХ

Русенко К.О.

Національний університет цивільного захисту України, м. Черкаси

В нашому урбанізованому світі на сучасну людину впливає велика кількість різноманітних шкідливих речовин. Однією з таких речовин є формальдегід. Основними його джерелами є підприємства, що використовують формальдегід у своїй діяльності, смог, вихлопні гази автомобіля, деревно-волокнисті плити (ДСП, вагонка), а також велика кількість оздоблювальних матеріалів які використовуються в побуті. Формальдегід є небезпечним газом, який має нейротоксичну, місцево-подразнюючу, гепатоксичну дію, рівні вмісту якого в житлових приміщеннях строго нормовані. Всмоктується через слизові оболонки дихальних шляхів і шлунково-кишкового тракту. [1]

В Україні, відповідно до Державних санітарних правил охорони здоров'я населення, встановлено допустима середньодобова ($ГДК_{с.д.}$) концентрація формальдегіду в повітрі становить 0,003 мг/м^3. [2]

Для визначення вмісту цієї шкідливої речовини в повітрі житлового приміщення було обрано три зразки матеріалів, які містять в своєму складі формальдегід це ДСП, МДФ з яких виготовляють корпусні меблі та лінолеум – покриття для підлоги. Вміст даної сполуки визначали за тестером YOCHEM, в складі якого є порівнювальна смужка яка вказує вміст формальдегіду в повітрі приміщення.

Після проведення досліду визначили, що концентрація формальдегіду в складі повітря зачиненого житлового приміщення протягом однієї доби становить більше 0,5 мг/м³.

Дотримання певних рекомендацій може мінімізувати негативний вплив формальдегіду на здоров'я в побуті, а саме:

- надання переваги якісним меблям, бажано з цільного дерева (наприклад, ДСП, ДВП та фанера за вмістом формальдегіду діляться на три класи – Е1, Е2 та Е3, чим вищий клас, тим менше його концентрація в складі, в Україні для виробництва меблів забороняється використання класу Е2);
- контроль якості повітря в приміщеннях: встановлення вентиляційних систем та очищувачів повітря, регулярне провітрювання, вологе прибирання, наявність рослин.

Література:

1. Бєлоконь К.В., Тарабан Є.В. Дослідження забруднення атмосферного повітря промислового міста як фактор ризику для здоров'я його мешканців. Матеріали науково-практичної конференції Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт за спеціальністю «Екологія». Полтава: РолтНТУ, 2019. С. 49.

2. ДержСанПіН 8.2.1-181-2012 і Гігієнічним регламентом № 52 від 14.01.2020

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕМПЕРАТУРИ І ТИСКУ НА ПРОЦЕС ЕЛЕКТРОХІМІЧНОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ CO_2

Рюмшина Л.В., Михайлова Є.О.
Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця, Харків

Електрохімічне перетворення вуглекислого газу (CO_2) на корисні продукти є важливим напрямом сучасної «зеленої» хімії. Цей процес допомагає зменшити рівень парникових газів в атмосфері, дозволяючи отримувати такі сполуки, як мурашина кислота, метанол, етанол, оксалати та інші. Під час електрохімічного перетворення CO_2 відбувається його відновлення на поверхні електродів із застосуванням каталізаторів у водному або неводному середовищах. Основними параметрами, що впливають на ефективність і селективність цього процесу, є температура і тиск. Оптимізація цих умов дозволяє контролювати кінетику реакцій, стабільність проміжних продуктів, електропровідність електроліту і активність каталізаторів.

Дослідження показують, що при кімнатній температурі процес є енергоощадним і легко реалізується. Проте, підвищення температури може покращити швидкість дифузії реагентів та іонів, а також зменшити перенапругу на електродах, що, в свою чергу, підвищує струмову ефективність. Температура також впливає на стабільність каталізатора: при оптимальних значеннях вона покращує масоперенос і зменшує отруєння електродної поверхні проміжними продуктами. Водночас, занадто висока температура може спричинити деградацію каталізатора або зміну реакції на небажані побічні продукти, наприклад, водень. Це також може викликати розкладення електроліту або зменшення селективності процесу.

Зростання парціального тиску вуглекислого газу може суттєво збільшити його розчинність в електроліті, що забезпечує кращу доступність молекул для активних центрів каталізатора. Це, в свою чергу, може підвищити вихід цільових продуктів, особливо в реакціях, де вимагається висока концентрація CO_2 біля поверхні електрода. При підвищенні тиску також можуть активуватися багатостадійні шляхи синтезу більш складних молекул, таких як етанол. Проте занадто високий тиск може ускладнити процес і вимагати додаткових енергетичних затрат, що, в свою чергу, може зменшити загальну економічну доцільність технології.

Дослідження оптимальних температури і тиску допомагає досягти балансу між ефективністю, селективністю та енерговитратами під час електрохімічного перетворення CO_2. Комплексний підхід, що включає експериментальні дослідження, математичне моделювання та аналіз фізико-хімічних параметрів, дозволяє створити більш ефективні, стабільні та масштабовані технології утилізації CO_2. Ці технології можуть бути інтегровані в промислові та енергетичні системи для реалізації цілей сталого розвитку.

НАУКОВА ШКОЛА «ЕЛЕКТРОХІМІЧНИЙ ДИЗАЙН ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ : ПРОГНОЗУВАННЯ, СИНТЕЗ, ДІАГНОСТИКА» - СУЧАСНИЙ СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ

Сахненко М.Д.[1], Єрмоленко І.Ю.[1] Каракуркчі Г.В.[2], Ненастіна Т.О.[3]

[1]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

[2]Національний університет оборони України, м. Київ

[3]Харківський національний автомобільно-дорожній університет, м. Харків

Нагальною проблемою сьогодення, яка вимагає невідкладного вирішення, вбачається комплекс завдань, пов'язаних з підвищенням обороноздатності України та відновлення економічного потенціалу країни в повоєнний період. В зв'язку з цим суттєво зростає затребуваність наукових здобутків і напрацювань представників наукових шкіл українських вишів, які зробили суттєвий внесок в розбудову національної економіки, промислового виробництва, енергетичну незалежність, формування і потенціал наукової еліти держави. Не стоять осторонь і представники наукової школи харківської політехніки «Електрохімічний дизайн функціональних матеріалів : прогнозування, синтез, діагностика». Започаткована наприкінці минулого сторіччя наукова школа об'єднала численних однодумців і було започатковано напрямок наукового пошуку, який характеризується всіма кваліфікаційними ознаками наукової школи – власним науково-технічним напрямком досліджень, єдиними принципами організації і творчим кліматом, власними методами наукових пошуків і засобами їх втілення, що сприяло створенню наукоємної продукції і дало вагомий техніко-економічний ефект. Згодом навколо фундаторів наукової школи сформувалась наукова група аспірантів та однодумців, завдяки творчому внеску яких досягнення наукової школи і здобули визнання [1].

В поточний час представники школи реалізують напрацювання як на підприємствах, наукових установах і вишах України, так і далеко за її межами – від полярних морів Норвегії і Швеції та європейських країн аж до берегів сонячної Австралії, чому значною мірою сприяли творчі стосунки і співпраця з Інститутом фізичної хімії АН Польщі, Казахським національним університетом ім. Аль-Фарабі, ФТІНТ ім. Б.І. Вєркіна, ФМІ ім. Г.В. Карпенка, ІЗНХ ім. В.І. Вернадського НАН України та ін., а також виконання міжнародних грантів за програмами STCU, INTAS, NATO. З початком російської агресії і бойових дій на сході України всі зусилля колективу спрямовані на розв'язання завдань в царині оборонного комплексу, зокрема численні результати розробок експонувались на Міжнародній виставці «Зброя та безпека 2018», а впродовж 2013–2019 років відзначені дипломами переможців Всеармійських конкурсів «Кращий винахід року» в різних номінаціях. Так переможем!

Література:

1. Наукова школа Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» «Електрохімічний дизайн функціональних матеріалів: прогнозування, синтез, діагностика» // Науковці України – еліта держави. – Київ : Логос Україна, 2022. – Т. VII. – С. 330–332:

КОРОЗІЙНА ПОВЕДІНКА СПЛАВУ КОБАЛЬТ-ВАНАДІЙ В ЛУЖНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

[1]Сахненко М.Д., [1]Проскуріна В.О., [2]Ненастіна Т.О., [1]Зюбанова С.І.
[1]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків
[2]Харківський національний автомобільно-дорожній університет, м. Харків

Корозійна поведінка електрохімічно осаджених сплавів кобальт-ванадій у лужному середовищі викликає значний науковий інтерес у контексті створення функціональних покриттів з підвищеною стійкістю до агресивних впливів. Кобальт, як елемент із вираженими антикорозійними та механічними властивостями, активно застосовується у складі покриттів для захисту сталевих та сплавних поверхонь. Водночас його стабільність у лужних середовищах може бути обмеженою внаслідок утворення нестійких оксидних плівок. У даній роботі досліджується стійкість Co-V покриттів (при кількості ванадію до 1, ат.%) у розчинах з pH=10 на фоні 1 М сульфату натрію.

Легування покриттів кобальту ванадієм, навіть у малих концентраціях, узгоджується з очікуваним результатом підвищення корозійної тривкості покриттів сплавом Co-V в порівнянні з чистим кобальтом. У лужному середовищі при збільшенні кількості ванадію корозійний потенціал зміщується в негативний бік через уповільнення катодної реакції (Таблиця). Одночасно знижується величина логарифма корозійного струму, що є прямим свідченням зменшення швидкості корозійного процесу. Це вочевидь викликано формуванням на поверхні оксидів ванадію, які сприяють утворенню захисної плівки, а також пасивацією поверхні сплавів завдяки стабільності гідроксидів обох металів, які ускладнюють доступ деполяризатора.

Таблиця – Показники корозії кобальту і покриттів Co-V в лужному середовищі

Склад покриттів, ω, ат.%	$E_{кор}$, В	$lg\ i_{кор}$, А/см^2
Кобальт	-0,34	-2,5
$CoV_{0,1}$	-0,37	-3,1
$CoV_{0,3}$	-0,4	-3,4
$CoV_{0,6}$	-0,42	-3,6

Таким чином, зростання вмісту ванадію у сплавах з кобальтом у лужному середовищі веде до суттєвого покращення їхньої корозійної стійкості завдяки більш ефективному пасивному стану сплаву, який ускладнює доступ деполяризатора до металевої поверхні та знижує ефективність катодного процесу.

ВИКОРИСТАННЯ НАСІННЯ КУНЖУТУ ТА НАСІННЯ ЧІА У ВИРОБНИЦТВІ СУХИХ БІЛКОВИХ КОКТЕЙЛІВ ДЛЯ СПОРТСМЕНІВ

Свайкін О.О., Ткаченко Н.А.
Одеський національний технологічний університет, м. Одеса

Сучасні підходи до спортивного харчування орієнтовані не лише на підвищення біологічної цінності продуктів, але й на їх функціональну насиченість. Особливої уваги набуває використання натуральних джерел біологічно активних речовин, зокрема насіння рослин, багатих на поліненасичені жирні кислоти, харчові волокна, мінерали та антиоксиданти.

Мета дослідження полягала у обґрунтуванні доцільності використання подрібнених насіння кунжуту та чіа у технології сухих білкових коктейлів для спортсменів з метою підвищення їх функціональних властивостей.

Основу сухих білкових коктейлів для спортсменів, згідно попередніх досліджень [1], можуть складати: концентрати сироваткових білків, отриманих ультрафільтрацією (КСБ-УФ) із вмістом білків 55, 65 або 75 %, а також їх суміші із молоком знежиреним у співвідношенні 1 : 1; казеїнати натрію харчові або їх суміші з молоком знежиреним у співвідношенні 1 : 1; суміші КСБ-УФ із молоком знежиреним та казеїнатом натрію харчовим у співвідношенні 1 : 1 : 1. Джерелами вуглеводів слугували фруктоза, лактулоза суха та пектин високометокстильований; як функціональний інгредієнт було використано пробіотичні культури біфідобактерій; як наповнювачі – какао-порошок або сухий банановий наповнювач [3]. Альтернативу запропонованим у роботі [3] наповнювачам можуть скласти подрібнені насіння чіа та кунжуту.

При проведенні досліджень насіння чіа й кунжуту подрібнювали до частинок розміром не більше 0,5 мм і додавали до сухої суміші у кількості 5 – 7 %.

Досліджено вплив різного співвідношення подрібненого насіння чіа та кунжуту (в межах 5 – 7 % від маси сухої суміші) на функціональні властивості сухих білкових коктейлів для спортсменів. Найкращі результати досягнуто при масовій частці суміші подрібненого насіння 7 % і співвідношеннях чіа : кунжут 5 : 2 та 1 : 1, які забезпечували оптимальний баланс омега-3 / омега-6**,** високу антиоксидантну активність, покращену текстуру відновлених коктейлів та приємний смаковий профіль. Співвідношення чіа : кунжут 7:0 сприяло максимальній гелеутворювальній здатності, однак знижувало органолептичну привабливість. Варіанти з перевагою кунжуту характеризувалися менш стабільною структурою та вираженим горіховим присмаком.

Висновок. У складі сухих білкових коктейлів для спортсменів доцільно використовувати подрібнене насіння кунжуту та чіа у кількості 7 % при співвідношенні чіа : кунжут 5 : 2 або 1 : 1. Це дозволяє збагачувати продукт корисними нутрієнтами та забезпечує його комплексний функціональний ефект з антиоксидантною, пребіотичною та відновлювальною дією.

Література:

1. Ткаченко Н.А., Свайкін О.О. Моделювання рецептурного складу сухих білкових продуктів для хлопців-спортсменів. *Scientific Works*. 2024. № 87, Том 2. С. 33-41.

ВИЗНАЧЕННЯ АЛГОРИТМІВ ІНТЕГРОВАНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ХІМІЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

Селезньов Р.В., Бухкало С.І., Іглін С.П.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Мета роботи визначена як класифікація-ідентифікація ієрархії дослідження за алгоритмами обґрунтування методів впливу на основні показники якості енергоефективних технологій хімічної інженерії та вибір обладнання відповідно до нормативно-технічної документації (табл.).

Таблиця – Характеристика ієрархії визначення складових дослідження

№	Класифікація-ідентифікація ієрархії стадій дослідження за темою
1	Визначення ієрархії вибору складових характеристик процесу випарювання компонентів із розчину сірчаної кислоти: проблеми енергоефективності в хімічній промисловості та методи концентрування сірчаної кислоти. https://doi.org/10.20998/2220-4784.2020.06.13 https://doi.org/10.20998/2220-4784.2020.05.06 https://doi.org/10.20998/2220-4784.2021.02.10
2	Сутність дослідницької роботи з удосконаленням інноваційного методу визначення оптимізації енергоспоживання інтегрованої системи виробничих процесів за сучасними технологічними схемами. https://doi.org/10.20998/2220-4784.2021.02.10
3	Алгоритм визначення швидкості випарювання: підготовка експерименту та вибір параметрів; проведення випарювання та реєстрація параметрів; обробка даних та аналіз результатів https://doi.org/10.20998/2220-4784.2021.02.11 https://doi.org/10.20998/2220-4784.2022.01.04 https://doi.org/10.20998/2220-4784.2022.01.05
4	Дослідження сучасних успішних практик з визначення інноваційно-технологічних заходів з комплексної інтегрованої безпечної діяльності підприємства.
7	Висновки та перспективи дослідження https://doi.org/10.20998/2220-4784.2020.06.04

Енергоефективне проектування об'єктів хімічної інженерії зазвичай пов'язане з різновидами матеріалів інтелектуальної власності, в які включено індивідуальні елементи наукових досліджень EFCE та CFE-UA https://doi.org/10.20998/2220-4784.2021.01.12 Перелік запланованих результатів навчання з дисципліни, співвіднесених із освоєнням освітньої програми:
1. Мета та місце дисципліни у структурі освітньої програми. 2. Зміст робочої програми. 3. Фонд оціночних засобів з дисципліни – перелік компетенцій із зазначенням етапів їх формування у процесі освоєння освітньої програми. Опис показників та критеріїв оцінювання компетенцій на різних етапах їх формування за шкалою оцінювання. 4. Типові контрольні завдання для оцінки знань, умінь, навичок та досвіду діяльності. 5. Методичні матеріали, що визначають процедури оцінювання знань, умінь, навичок та досвіду діяльності. 6. Навчально-методичне та інформаційне забезпечення дисципліни. 7. Перелік основної та додаткової навчальної літератури, необхідної для освоєння дисципліни. 8. Перелік ресурсів інформаційно-телекомунікаційної мережі «Інтернет» та ін.

ІНТЕГРАЦІЯ РОБОТИ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ УСТАНОВКИ ПІД УПРАВЛІННЯМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Селіхов Ю.А., Горбунов К.О., Перемот К.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Широкомасштабне впровадження відновлюваної енергетики підштовхує передові країни до енергетичної незалежності від традиційних енергоресурсів. А також постає проблема створення регулюючих потужностей на основі традиційних енергосистем для забезпечення стабільного енергопостачання в періоди відсутності відновлюваних джерел енергії (ВДЕ). Безумовно, в деяких випадках така необхідність є цілком виправданою, однак у даний час в рамках відновлюваної енергетики існує цілий ряд технічних засобів та методів вирішення проблеми, в тому числі за рахунок використання штучного інтелекту. Нами була спроектована, виготовлена та встановлена на приватному подвір'ї в одному з південних регіонів України енергетична установка, яка забезпечує приватне домоволодіння електроенергією, гарячим водопостачанням, опаленням та гарячим повітрям у необхідному діапазоні температур для комфортного проживання. Спільно з вітроелектрогенератором, електричним водонагрівачем використовується тепловий насос, акумулятори електроенергії та теплоти, що дозволило: зменшити собівартість теплової енергії за рахунок зниження матеріаломісткості та витрат на обладнання, економити органічне паливо; виробляти електроенергію та надлишок її віддавати в державну електромережу; зменшити теплове навантаження та забруднення навколишнього середовища. Система автоматизації дозволила керувати установкою без втручання людини цілий рік під управлянням комп'ютера [1]. Оптимізація роботи системи автоматизації направила нас на використання технологій штучного інтелекту, такого як «комп'ютерний зір», який трансформує сектор відновлюваних джерел енергії, аналізуючи та витягуючи цінну інформацію із зображень та відео. Комп'ютерний зір використовує алгоритми та моделі глибокого навчання, щоб допомогти енергетичній установці інтерпретувати та розуміти візуальні дані. Ці досягнення роблять операції з відновлюваними джерелами енергії більш ефективними, надійними та економічними.

Висновок: У цій роботі проведено аналіз сучасних методів автоматизації, розглянуто переваги та недоліки різних підходів, а також підібрано оптимальне рішення для покращення роботи цих систем. Особливу увагу приділено інтеграції IoT-технологій для розумного управління енергоспоживанням, інтелектуальному розподілу енергії та використанню енергосховищ для стабілізації енергопостачання.

Література:

1. Селіхов Ю.А., Горбунов К.О., Стасов В.А. Інтеграція роботи гібридної енергетичної установки // Інтегровані технології та енергозбереження. – 2024. - № 1. – С. 3 – 15 .

ОПТИМІЗАЦІЯ РОБОТИ СОНЯЧНИХ КОЛЕКТОРІВ ЗА СУМОЮ ПИТОМИХ ВИТРАТ ЕКСЕРГІЇ

Селіхов Ю.А., Горбунов К.О., Перемот К.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В основі оптимізації роботи сонячних колекторів використовувалась методика оцінки ефективності відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) за ексергією-нетто [1]. Ми взяли за приклад прототип сонячних колекторів і розробили новий варіант сонячних колекторів сучасної конструкції [2]. У розрахунку враховуються поточні витрати палива на кожний з вищеназваних варіантів і витрати на їхнє створення.

Оскільки в ряді випадків ВДЕ вимагає додаткового традиційного джерела енергії для одержання гарантованої потужності в ті часи доби коли нема сонячної інсоляції, то ми котел-дублер замінили на електронагрівник.

Повні витрати ексергії на здійснення ВДЕ обчислюються як сума витрат на видобуток і транспортування руди і іншої сировини, металургійний процес плавки і прокату, виробництво пластмас і інших неметалічних матеріалів, виготовлення деталей, зварювання і складання всього устаткування, а також будівництво будинків, споруджень і доріг, включаючи житлові селища [3]. Нами були визначені витрати ексергії на проектування та виготовлення прототипу сонячних колекторів (скло, швелер № 10, металевий лист, ізоляція, вентилі, накопичувальні баки, насоси, трубопроводи та інше). А також нами були визначені витрати ексергії на проектування та виготовлення нового проекту сонячних колекторів. В нього ввійшло також (скло. Швелер № 18, насоси – 4 шт., ізоляція, вентилі, бак-акумулятор V = 18 м^3, бак-акумулятор V = 9 м^3, електронагрівник 20 кВт, полімерне покриття, теплообмінник, калорифер, вентилятор, апарат для хімводоочищування, трубопроводи).

Висновки. Був обраний прототип сонячної установки і вивчена його робота. Визначені недоліки як у роботі, так і в конструкції окремих вузлів. Була спроектована, виготовлена і встановлена нова конструкція сонячних колекторів. Розрахунок ефективності роботи старого устаткування з новим проводився відповідно до методики оптимізації за сумою питомих витрат ексергії-нетто. Був визначений коефіцієнт корисної дії нової конструкції сонячних колекторів (93 %) і строк її енергетичної окупності (0,48 року). Розрахунок показав правильність заміни устаткування і матеріалів**.**

Література:

1. Бродянский В.М., Фратшер В., Михалек К. Эксергетический метод и его приложения.- М.: Энергоатомиздат, 1988.- 288 с.

2. Селіхов Ю.А. Геліоводонагрівник. Патент України, № 75178, Бюл. № 3, 2006.

3. Эксергетические расчеты технических систем: Справ. пособие / Бродянский В.М. и др.: Под ред. Долинского А.А., Бродянского В.М. АН УССР. Ин-т технической теплофизики.- Киев: Наук. Думка, 1991.- 360 с.

ДОЦІЛЬНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕПЛОНАСОСНИХ УСТАНОВОК НА ОСНОВІ ІНСТРУМЕНТАРІЮ ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОЛОГО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ

Сергеєв М.І.

Національний університет «Одеська політехніка», м. Одеса

Для розрахунку емісії парникових газів необхідно знати екологічні індикатори технологічних процесів з урахуванням відомостей про повний життєвий цикл генерації енергії. Вказаний підхід дозволяє визначити безпосередню емісію парникових газів (БЕПГ) в технологічному процесі та приховану емісію парникових газів (ПЕПГ) на етапі підготовки до технологічного процесу. Сума БЕПГ та ПЕПГ є кумулятивною емісією парникових газів КЕПГ. Результати аналізу доцільності застосування теплонасосних установок для цілей опалення теплиці та охолодження продукції виконано на базі сучасного інструментарію зіставлення екологічних і енергетичних показників інноваційної системи і традиційного енергогенеруючого обладнання, де спалюють природний газ та мазут.

Нами було розглянуто водогрійний газовий котел типу Logano G234 X, потужністю 44 кВт і рідкопаливний котел типу Logano G215 UBE, потужністю 45 кВт. Термін експлуатації цього обладнання було прийнято 15 років. Коефіцієнт корисної дії (ККД) газового котла становить 92,5 %, ККД котла при роботі на мазуті – 89 %. Для еколого-енергетичного аналізу використано цільову функцією, якою є кумулятивна емісія вуглекислого газу в атмосферу з урахуванням відомостей про повний життєвий цикл обладнання, яке застосовується для опалення фермерської теплиці. Результати числового моделювання, з урахуванням енергоємності обладнання і використаних енергоресурсів, показали еколого-енергетичну перевагу застосування ТН для кліматичних умов півдня України [1]. При цьому, найбільш доцільним є застосування ТН при комбінованому виробництві теплоти і холоду, бо окреме використання ТН для генерації теплоти і холодильної машини для генерації холоду призводить до збільшення КЕПГ на 60 %. Основний внесок у КЕПГ при використанні ТН в режимі тепло- і холодопостачання вносить частка споживання електрики компресором ТН та циркуляційними насосами. Частка внеску енергоємності обладнання є другим за значимістю чинником впливу на КЕПГ при роботі ТН. Отже, підвищення СОР ТН є пріоритетним чинником впливу на еколого-енергетичну ефективність.

Література

1.Denysova A.A., Ivanov P., Mazurenko A.S., Zhaivoron O.S. Perfection of an Energy-Economic and Environmental Parameters of the Ground Source Heat Pump Systems with Preventing Freezing of the Soil around Ground Pipes// PROBLEMELE ENERGETICII REGIONALE 2(62) 2024. –P. 108 -120.

ПІДВИЩЕННЯ ОКИСЛЮВАЛЬНОЇ СТАБІЛЬНОСТІ РІПАКОВОЇ ОЛІЇ

Старосельська Н.С., Федякіна З.П.
Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України, м. Харків

Ріпакова олія є одним із розповсюджених видів олій, що застосовується в харчовій, хімічній, лакофарбній та інших галузях промисловості, металургії, виробництві альтернативного біодизельного палива. До складу ріпакової олії входять тригліцериди: тринасичені (0,4 %), динасичені (3,4 %), мононасичені (20,2 %), триненасичені (75,9 %). Жирні кислоти, що відіграють вирішальну роль в процесах окислення (лінолева, ліноленова), розташовуються переважно в положенні 2 тригліцеридів. Завдяки цьому ріпакова олія має більш високу стабільність у порівнянні з іншими рослинними оліями.

Продукти, що утворюються в процесі окислення олій, збільшують втрати олії, каталізаторів у виробничих процесах. Наприклад, пероксидне число олії 1,0 ½ О ммоль/кг викликає у реакції переетерифікування дезактивацію лужного каталізатору натрій метилату у кількості 0,054 кг/т олії [1].

В якості антиоксидантів для олій застосовують токофероли, аскорбінову кислоту, пропілгалат, фенольні сполуки (бутилгідроксианізол, бутилгідрокситолуол, трет-бутилгідрохінон) тощо. Найбільш ефективними є бутилгідроксианізол та бутилгідрокситолуол, які добре розчинні в оліях та жирах та є ефективними за підвищених температур.

Крім того, застосовують інші види антиоксидантів, ефективних для підвищення окислювальної стабільності ріпакової олії. Досліджено антиоксидантну дію октилових ефірів синапової, ферулової та кавової кислот на стабільність ріпакової олії в діапазоні концентрацій від 0,005 до 0,9 %. Збагачені ріпакові олії показали підвищення періоду індукції (до 12,5 год.) у порівнянні з початковою олією (3,9 год). Також застосовують антиоксиданти рослинного походження. Досліджено антиоксидантні властивості екстрактів виноградного чаю (Ampelopsis grossedentata) та інгібування окислення ріпакової олії. Канадська горобина (Sorbus aucuparia) уповільнює окислення ріпакової олії. Наприкінці 7-денного зберігання з використанням відповідних екстрактів пероксидне число олії було знижено до 42 % [2].

Таким чином, для окислювальної стабілізації ріпакової олії використовують класичні синтетичні антиоксиданти, а також інші, альтернативні, антиоксиданти, які володіють високою ефективністю.

Література:

1. Gaide, I., Makareviciene, V., Sendzikiene, E., Gumbyte, M. Application of dolomite as solid base catalyst for transesterification of rapeseed oil with butanol // Sustainable Energy Technologies and Assessments. – 2022. – Vol. 52. – P. 102278.

2. Szydłowska-Czerniak, A., Rabiej, D., Kyselka, J., Dragoun, M., Filip, V. Antioxidative effect of phenolic acids octyl esters on rapeseed oil stability // LWT. – 2018. – Vol. 96. – P. 193–198.

ВПЛИВ ДОПУВАННЯ ТИТАНОВОЇ МАТРИЦІ ОКСИДАМИ ПЕРЕХІДНИХ МЕТАЛІВ НА ГІДРОФІЛЬНІСТЬ ПОКРИТТІВ

Степанова І.І., Маркова Н.Б., Сахненко М.Д., Дженюк А.Б., Поспєлов О.П.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Фотокаталіз, в якому використовуються напівпровідники, такі як TiO_2, ZnO, CuO, V_2O_5, W_2O_3 тощо, є одним з ефективних рішень для розкладання токсичних сполук у стічних водах під впливом ультрафіолетового (УФ) або видимого світлового опромінення. Серед оксидів металів TiO_2 є багатообіцяючим фотокаталізатором внаслідок таких його властивостей, як нетоксичність, висока окиснювальна здатність, а також хімічна та біологічна інертність. Ефективне використання чистого анатазу TiO_2 ускладнюється через його широку заборонену зону, тому для покращення фотокаталітичної активності найбільш перспективним є допування оксидної матриці TiO_2 сполуками перехідних металів.

У каталізі, особливо в гетерогенних системах, ефективність процесу значною мірою залежить від фізико-хімічних властивостей поверхні каталізатора, зокрема однією з ключових характеристик є здатність поверхні до змочування, тобто взаємодії з рідкими фазами, зокрема з водою. Характер змочування безпосередньо визначає ступінь адсорбції реагентів, доступність активних центрів та умови переносу маси на межі "каталізатор–реакційне середовище", тому дослідження впливу допування титанової матриці оксидами перехідних металів (V, W) на гідрофільні властивості покриттів становить значний практичний інтерес.

Змочуваність тісно пов'язана з кількістю та природою поверхневих гідроксильних груп (–OH), які відіграють важливу роль у фотокаталітичних процесах, виступаючи як активні центри для утворення радикальних частинок (•OH). У випадку фотокаталізаторів на основі TiO_2 гідрофільність поверхні сприяє покращенню контакту з водними забруднювачами, що і забезпечує більш високий ступінь очищення. Співставлення характеру змочування поверхні поруватих плівок TiO_2 з відповідними характеристиками гетерооксидних плівок $WO_3 – V_2O_5 – TiO_2$ / Ti засвідчило погіршення змочування останніх. Однією з імовірних причин такої поведінки гетерооксидних плівок є існування окремих кристалічних фаз V_2O_5 та W_2O_3, які не повністю інкорпорованих до складу оксидної матриці TiO_2. Крім цього, оксиди W_2O_3 та V_2O_5 в умовах спільної присутності в поверхневих шарах покриття мають меншу гідрофільність, ніж чистий TiO_2, внаслідок чого змочуваність поверхні погіршується. Зауважимо, що утворення V–O–Ti або W–O–Ti зв'язків може також зменшити кількість поверхневих гідроксильних груп (-OH), а заміщення Ti(IV) іонів на W(VI) або V(V) може призвести до зарядового дисбалансу і рекомбінації носіїв заряду, що також погіршує функціональні властивості покриттів. За таких умов подальші дослідження мають бути спрямовані на встановлення впливу гідрофільності поверхневих шарів допованих каталізаторів на їх фотокаталітичні властивості.

СХИЛЬНІСТЬ ЛІТІЙ-ІОННИХ БАТАРЕЙ ДО ТЕПЛОВОГО РОЗГОНУ

Трегубов Д.Г., Майборода А.О., Гапон Ю.К.
Національний університет цивільного захисту України, м. Харків

Концепція автономності приладів визначає масове застосування батарей; літій-іонні є більш ефективними та дослідженими, але вони схильні до теплового розгону (TR), що викликає пожежі. Це явище відоме й для заряджених лужних батарей: за нештатних ситуацій зростає t електроліту, досягається струм короткого замкнення (КЗ), починається електроліз, виділення водню та кисню. Кадмієвий катод поглинає кисень з окисненням та виділенням тепла. Виділення газів призводить до здуття батареї. Процес самоприскорюється.

Літій-іонні батареї: напруга комірки до 4,2 В; анод – графіт на мідній фользі, катод 2 типів – на Al [1]; 1) Li-NMC (нікель-манган-кобальт оксид), 2) LiFePO4 (ферофосфат); щільність енергії – 1) 0,2, 2) 0,15 кВт·год/кг; робочих циклів – 1) 2500, 2) 5000; виділення кисню – 1) +, 2) –; допустима глибина розряду – 1) 90, 2) 100 %; саморозряд – 1) 4, 2) 3 %/місяць; зниження напруги за розряду – 1) плавне, 2) різке; стійкість до TR – 1) 160, 2) 250 °С; токсичність – 1) +, 2) –.

Електроліти бувають рідкі, гелеві, полімерні з тетрафторборату, гексафторфосфату, перхлорату, фториду літію у полярному розчиннику: вініл-, етилен-, пропілен-, діметил-, діетил-, метилетил- карбонати [1]; $t_{пл}$ – 37, 35,-49, 5,-13,-14 °С (мала $t_{пл}$ – малий найменший кластер [2]) визначає робочий діапазон батареї; $t_{кип}$ – 243, 248, 240, 91, 126, 107 °С – тиск пари за перегріву, $t_{сп}$ – 160, 160, 132, 17, 33, 27 °С – легкість займання (перші 3 є горючими, останні 3 – легкозаймистими рідинами [3]). Розчинник повинен мати високу ε і є середовищем руху іонів Li.

Стадії аварії батареї [4]: 1) тепло-, електро-, механічні пошкодження зі зростанням t до 140 °С та тиску; 2) утворення та викид горючих газів електролізу; 3) плавлення сепаратору, здуття; КЗ з TR до 850 °С і щільним димом; 4) полум'яне горіння газів електролізу, пари електроліту, газів розкладання та прилеглих матеріалів. З t ≈ 250 °С реакції диспропорціювання оксидів катоду виділяють кисень. За t > 600 °С починається окиснення карбону анодів [5], далі плавиться алюмінієва основа катоду, t зростає до 1000 °С. Енергію зарядженої батареї порівнюють з тротиловим еквівалентом вибуху, для ноутбука це – до 50 г ТНТ. За перевезення партіями розігрів однієї батареї викликає каскадний процес. Перші 2 стадії TR можливо зупинити, наступні потребують пожежогасіння (застосовують охолодження водою). Актуальні напрями наукових розробок: батареї без теплового розгону; системи моніторингу, охолодження та пожежогасіння.

Література:

1. Nitta N., Wu F., Lee J. T., Yushin G. Li-ion battery materials: present and future. Materials Today. 2015. №18/5. P. 252–264.

2. Трегубов Д.Г. та ін. Ідентифікація кластерної будови вуглеводнів за температурами плавлення. Проблеми надзвичайних ситуацій. 2021. №34. С. 94–109.

3. Трегубов Д.Г. та ін. Фізико-хімічні основи розвитку та гасіння пожеж горючих рідин. Харків: НУЦЗ України, 2024. 216 с. URL: http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/19111

4. Barowy A. The Science of Fire and Explosion Hazards from Lithium-Ion Batteries. Evanston. USA: Fire Safety Research Institute, 2023. 11 p.

5. Трегубов Д.Г. Застосування методу термічного випробування матеріалів у обертовій камері. Проблеми пожежної безпеки. 2013. № 34. С. 161–166.

ВИРОБНИЦТВО КРЕМОВОЇ СИРОВАТКИ З ВІТАМІНОМ С

Фалалєєва Т.В., Цільвік І.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Вітамін С залишається одним із найпопулярніших інгредієнтів у косметичній індустрії завдяки своїм антиоксидантним властивостям, здатності стимулювати синтез колагену та освітлювати шкіру. У 2023-2024 роках глобальний ринок косметичних засобів з вітаміном С продемонстрував стійке зростання, зокрема в сегменті сироваток, кремів і есенцій [1-2].

Ринок косметичних засобів з вітаміном С в Україні характеризується динамічним розвитком, зростаючим попитом та активною участю вітчизняних виробників.

Аскорбінова кислота, або вітамін С, у формі L-аскорбінової кислоти є надзвичайно ефективним, але водночас хімічно нестабільним компонентом у косметичних формулах.

Розробка сучасного косметичного засобу, зокрема кремової сироватки з вітаміном С, є складним і багаторівневим технологічним процесом, що включає етапи наукового обґрунтування, підбору компонентів, практичного виготовлення та всебічної оцінки якості готового продукту.

Методика розробки рецептури базується на підборі активного компонента – вітаміну С у стабілізованій формі (Amitose DGA, MAP, SAP тощо), емульгаторів, емолентів, екстрактів, консервантів та інших допоміжних речовин, що сприяють не лише сенсорній привабливості продукту, але й його стабільності та переносимості шкірою. Раціональне компонування фаз А, В, С забезпечує правильну текстуру, тривалу дію активів і комфорт при нанесенні. Методика виготовлення пробної партії дозволяє на практиці протестувати розроблену формулу, дотримуючись лабораторної точності, технологічної температури та режиму введення активних речовин. Оцінка фізико-хімічних і сенсорних властивостей є завершальним етапом контролю якості.

Ретельне тестування та адаптація кожного етапу дозволяє розробляти сироватку не лише з привабливими сенсорними властивостями, а й з реальним доглядовим ефектом.

Література:

1. The 15 Best Vitamin-C Serums, According to Experts. URL: https://www.thecut.com/article/best-vitamin-c-serums.html?utm_campaign=feed-part&utm_medium=social_acct&utm_source=chatgpt.com (Дата звернення: 18.04.2025).

2. Vitamin C Market Size, Share & Trends Analysis Report By Grade (Regular, Medium), By Distribution Channel (Offline, Online), By End-use, By Region, And Segment Forecasts, 2024 – 2030. URL: https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/vitamin-c-market-report (Дата звернення: 18.04.2025).

ВИКОРИСТАННЯ СІМПЛЕКС-ҐРАТЧАСТИХ ПЛАНІВ ДЛЯ РОЗРОБКИ РЕЦЕПТУРИ НАСТОЯНКИ «СХІДНА ФАНТАЗІЯ»

Харченко К.С., Півень О.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Настоянки – це міцні, від 15 до 60 % об., алкогольні екстракти, отримані шляхом мацерації 40 – 96 % об. етилового спирту на лікарських травах, ягодах, плодах, коренях, прянощах або квітах іноді з додаванням цукрового сиропу до 30 % мас., та коригуванням кислотності (pH 3,0 – 4,5) для стабільності, які поєднують гастрономічні і фіто-лікарські властивості й сьогодні здобувають популярність у преміальному та крафтовому сегментах українського ринку завдяки прозорій рецептурі, натуральним інгредієнтам і тренду на функціональні напої [1].

У цій роботі запропонована нова рецептура настоянки до складу якої входять: спирт етиловий ректифікований 96,6 %, сік апельсину і гранату, цукор пісок, вода підготовлена, екстракт кориці.

Технічний результат даної розробки полягає у вирішенні задачі одержання готової до споживання настоянки з покращеними органолептичними та смако-ароматичними показниками, яка містить тільки натуральні інгредієнти. За новою рецептурою отримують настоянку помаранчевого кольору, з трохи солодким смаком та характерними нотами фруктів і кориці.

За допомогою сімплекс-ґратчастих планів Шеффе, з метою досягнення оптимального співвідношення взаємозамінних рецептурних компонентів, проведено дегустаційну оцінку нового напою для отримання його максимальної органолептичної оцінки. Органолептична оцінка була проведена відповідно до вимог [3]. Результати органолептичної експертизи були використані для проведення регресійного аналізу з метою визначення кінцевої рецептури виготовлення напою для отримання ним оптимальних оцінок за органолептичними показниками.

За результатами дегустаційної оцінки, було отримано математичну модель у вигляді рівняння регресії [2]. В точці $У_{max}$ для перевірки адекватності отриманого рівняння був проведений експеримент, у результаті якого настоянка «Східна Фантазія» отримала максимальну органолептичну оцінку при наступному співвідношенні компонентів у трикомпонентній системі: кориця – 100 %, бадян – 0 %, мускатний горіх – 0 %.

Таким чином, було визначено найкраще співвідношення рецептурних компонентів для досягнення максимальної органолептичної оцінки кінцевого продукту та розроблено рецептуру нової настоянки «Східна Фантазія».

Література:

1. Belitz, H.-D., Grosch, W., & Schieberle, P. (2019). *Food Chemistry* (6th ed.). Springer.

2. Гриців В.І., Денисюк Р.О. Планування експерименту на сімплексі. Навчальний посібник. – Житомир: ЖДУ ім. Івана Франка, 2013. – 42 с.

3. ДСТУ 4257:2021 Напої лікеро-горілчані. Технічні умови.

ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ПРОЦЕСІВ ГІДРАТАЦІЇ ГЛИНОЗЕМИСТИХ ЦЕМЕНТІВ СИСТЕМИ $CaO – Al_2O_3 – CoO – NiO$.

Христич О.В., Корогодська А.М., Шабанова Г.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В роботі приведено результати дослідження особливостей процесів гідратації глиноземистих цементів на основі сполук системи $CaO – Al_2O_3 – CoO – NiO$, які плануються використовувати в композиціях вогнетривких в'яжучих з комплексом заданих спеціальних властивостей. При створенні матеріалів на основі глиноземистих цементів визначеної оксидної системи розглядалися композиції з максимальним вмістом гідравлічно активних та вогнетривких фаз. Авторами визначено, що для створення композицій з заданими експлуатаційними характеристиками необхідно варіювати в складі цементу вміст $CaAl_2O_4$, $CoAl_2O_4$ та $NiAl_2O_4$, як найбільш гідравлічно активного і вогнетривких компонентів [1].

Дослідження проведено із залученням комплексу фізико-хімічних методів аналізу продуктів гідратації глиноземистих цементів. Виготовлено зразки, які тверднули в воді і повітряних умовах протягом 1, 3, 7, 28 доби. Наявність продуктів твердіння контролювалась за допомогою рентгенофазного та петрографічного методів аналізу. За результатами рентгенографічного аналізу встановлено, що основними кристалічними фазами глиноземистого цементу є гідроалюмінати кальцію складу, гідроксид алюмінію, гідрокарбоалюмінат, а також негідратовані сполуки алюмінату кальцію $CaAl_4O_7$ і кобальту $CoAl_2O_4$, $NiAl_2O_4$, що ймовірно буде забезпечувати подальшу рекристалізацією і зміцнення структури цементного каменю.

Таким чином, на підставі проведених досліджень підтверджено, що при гідратації розглянутих цементів на основі сполук системи $CaO – Al_2O_3 – CoO – NiO$, основними гідравлично активними сполуками є алюмінати кальцію. Визначено, що утворення при твердінні гідроалюмінатів різного ступеня активності надає цементному каменю високу міцність, наявність алюмінату кобальту обумовлюватиме підвищення спеціальних властивостей, а утворення сполук нікелю додає виняткову твердість, стабільність, стійкості до механічного зносу. Наявність негідратованого $CaAl_4O_7$ сприятиме подальшому набору міцності цементним каменем, оскільки з часом новоутворені кристалогідрати утворюватимуть зростки, що сприятиме ущільненню та стабілізації кристалічної структури. Розроблені цементи є гідравлічними в'яжучими з низькою нормальною густотою, є швидкотверднучими, швидкотужавіючими вогнетривкими матеріалами.

Література:

1. Христич О.В., Корогодська А.М., Шабанова Г.М., Логвінков С.М. До питання про співіснування нікелевої і кобальтової шпинелі. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. – Харків: НТУ «ХПІ», 2024. – № 1(11). – С. 50-56.

ВИРОБНИЦТВО АВТОМОБІЛЬНИХ БЕНЗИНІВ В УМОВАХ ЦИРКУЛЯЦІЙНОЇ ЕКОНОМІКИ

Шевченко К.В., Григоров А.Б.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Останнім часом в Україні створюються передумови для впровадження циркуляційної економіки, яка спрямована на максимальне продовження життєвого циклу ресурсів, зменшення відходів і повторне використання матеріалів. В рамках цієї економіки, на нашу думку, основною сировиною для виробництва компаундованих автомобільних бензинів можуть виступати вторинні полімери, зокрема поліолефіни. На базі поліетиленів високої (HDPE) та низької густини (LDPE), та поліпропілену (PP) шляхом піролізу, запропоновано отримувати компоненти бензину (базові фракції та присадки – оксигенати), представлені на рис. 1.



Рис. 1. Альтернативні компоненти автомобільного бензину

Представлені на рис.1 компоненти отримують при тисках від 0,10 МПа до 5 МПа, температурах в межах 400 – 450 °С (для бензинів термічного та каталітичного піролізу), та при 600 – 800 °С (для оксигенатів). В якості каталізаторів піролізу, які здатні збільшити вихід цільового продукту та підвищити його якість, зазвичай використовують цеоліти (ZSM-5, Y-цеоліти), метали (Ni, Co, Mo), що нанесені на носіях (Al_2O_3, SiO_2) [1, 2].

Отримані компоненти здатні замінити прямогінний бензин, риформат, ізомеризат, алкілат, крекінг-бензин, які сьогодні використовуються при виробництві компаундованих автомобільних бензинів промисловістю України.

Таким чином, у контексті розвитку циркуляційної економіки та зменшення екологічного навантаження важливим напрямом є переробка полімерних відходів в вуглеводневу сировину, придатну для виробництва бензинів.

Література:

1. Saša Papuga, Milica Djurdjevic at al. Catalytic Pyrolysis of Plastic Waste and Molecular Symmetry Effects: A Review. *Symmetry.* 2023. Vol.15. Issue 1. 38.

2.Wenfei Cai, Reeti Kumar at al. Catalytic pyrolysis of polypropylene waste for liquid fuels production using Ni/Al-MOF-derived catalysts. *Next Sustainability*. 2024.Vol. 4. 100059

АНАЛІЗ ЕЛЕКТРОХІМІЧНОЇ ПОВЕДІНКИ ХРОМОКСИДНИХ ПОКРИТТІВ НА НЕРЖАВІЮЧІЙ СТАЛІ

Щолокова А.С., Штефан В.В., Кануннікова Н.О., Гаврик А.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» м. Харків

Застосування вольтамперометричних методів для вивчення корозійної поведінки матеріалу дозволяє одержати детальну інформацію про їх електрохімічну активність. Одним з ключових параметрів є поляризаційний опір (R_p), який застосовується для оцінювання корозійної стійкості матеріалів. Він характеризує опір металу до електрохімічного розчинення. Вищі значення R_p свідчать про зниження швидкості корозії, що є ознакою ефективного захисту поверхні металу.

Метою роботи є встановлення впливу модифікуючих добавок до електроліту хромового оксидування на захисні властивості покриттів, сформованих на нержавіючій сталі.

Зразки досліджуваних покриттів формували в лабораторії кафедри технічної електрохімії НТУ «ХПІ» методом гальваностатичного електролізу з електролітів чорного хромування без додавання та з додаванням 0,05 моль/л $Al(NO_3)_3$ [1-2]. Дослідження методом лінійної вольтамперометрії проводили в розчині 3,5 % NaCl в триелектродній комірці. Обробку одержаних даних проводили в середовищі MS Excel. Значення поляризаційного опору визначали шляхом аналізу анодних та катодних поляризаційні залежності поблизу потенціалу корозії. Величина достовірності апроксимації R^2 складає не менше 0,996.

Визначено, що нанесення на нержавіючу сталь покриття чорного хрому без додавання 0,05 моль/л $Al(NO_3)_3$ призводить до зростання поляризаційного опору у 2,2 рази. Натомість додавання 0,05 моль/л $Al(NO_3)_3$ до електроліту чорного хромування забезпечує збільшення R_p у 21,3 рази.

Таким чином, отримані результати свідчать про ефективність захисної дії покриттів, сформованих із електролітів чорного хромування, модифікованих сполукою $Al(NO_3)_3$.

Література:

1. Штефан В. В., Баламут Н. С., Кануннікова Н. О. та ін. Electrodeposition of chromoxide coatings from electrolytes modified with $SiO_2 \cdot nH_2O$ // Пит. атом. науки і техн. – 2022. – № 4 (140). – С. 131–136.

2. Shtefan V. V., Balamut N. S., Shcholokova A. S. Influence of $Al(NO_3)_3$ on the morphology of black chromium coating on AISI 304 steel // Baltija Publishing. – 2023.

3. Shtefan V. V. et al. Investigation of heat resistance of metal oxide coatings on AISI 304 stainless steel [Електронний ресурс] // 4th EastWest Chemistry Conference 2021 (EWCC Online-2021), October 7–9, 2021 : abstract and proceedings book. – 2021. – С. 130–131.

СЕКЦІЯ 5
ЕКОНОМІКА, МЕНЕДЖМЕНТ І МІЖНАРОДНИЙ БІЗНЕС

MECHANISM OF ENTERPRISE PROFITABILITY MANAGEMENT: STRUCTURE AND FACTORS UNDER MARKET INSTABILITY

Bielobrova A.O., Havrys O.O.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

The mechanism of enterprise profitability management is considered as an integrated system of managerial, economic, and organizational procedures and methods aimed at enhancing the company's ability to generate profit, even under conditions of an unstable external environment. The relevance of this topic is driven by the current challenges faced by businesses – growing economic instability, fluctuations in market conditions, inflationary processes, and intensified competition in both domestic and international markets. Amid high competition and market instability, companies must find effective ways to manage profitability across operational, investment, and financial activities.

The profitability management system should include the development of a comprehensive management policy, the creation of appropriate organizational structures that support the adoption and implementation of management decisions, the formation of an effective information system that enables the justification of alternative decisions, as well as thorough analysis and control over the outcomes of implemented measures.

Three key groups of factors affecting the profitability of an enterprise can be identified. The first group consists of production factors related to the volume of production, its quality, and the technical equipment used. The second group includes commercial factors such as marketing, the conclusion of favorable contracts, and risk management. The third group comprises financial factors, including forms of settlements, pricing, and the management of the company's assets and liabilities [1].

The mechanism of enterprise profitability management consists of several interrelated blocks: the decision-making block, the analytical block, the optimization block, and the implementation and control block. The optimization block plays a particularly important role, as it ensures a strategic approach to profitability management, allowing not only for the analysis of the current state but also for the determination of objectively possible profitability parameters to achieve the company's long-term goals.

In conclusion, it should be noted that achieving stable profitability is possible only with the creation of a scientifically grounded, comprehensive management system based on a reliable information base for analysis and decision-making. This approach ensures the effective functioning of the enterprise in the long term and enhances its competitiveness.

References:

1. Shmatko N. M. Ensuring the Quality of Industrial Enterprise Management Through Organizational Changes / N. M. Shmatko // Scientific Notes of V. I. Vernadsky Taurida National University. Series: Economics and Management. – 2020. – Vol. 31 (70), No. 2. – Pp. 66–71.

ANALYZING METHODS FOR ASSESSING CORPORATE CULTURE

Bocharova N.A., Dmytriieva V.S., Puhach K.S.
Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv

The evaluation of corporate culture is a multifaceted and dynamic process that plays a critical role in understanding the internal environment of an organization. It encompasses a variety of methodologies that aim to measure, analyze, and interpret the shared values, behaviors, and practices that define a company's identity. These methods are generally divided into qualitative and quantitative approaches, each offering distinct perspectives and insights. The selection of an appropriate method depends on the specific objectives of the assessment, the unique characteristics of the organization, and the resources available.

Qualitative methods focus on exploring the perceptions, beliefs, and experiences of employees and leaders within the company. Surveys and questionnaires provide a structured way to gather data on cultural components such as leadership styles, communication efficiency, and employee engagement. Interviews and focus groups allow for deeper exploration into personal narratives and attitudes, offering valuable context that may not be captured through standard metrics. Observational techniques, such as direct participation or ethnographic observation, further enrich the understanding of informal behaviors and rituals that shape everyday interactions.

Quantitative approaches offer a more data-driven perspective. Cultural audits use predetermined indicators to evaluate the alignment between current and desired cultural states, integrating both numerical data and subjective feedback. Metrics such as employee turnover, retention rates, and productivity statistics can reflect the health of the corporate culture by highlighting levels of satisfaction and cohesion. However, these figures must be interpreted carefully, as they can be influenced by external factors unrelated to culture.

Integrated methods provide a comprehensive view by combining both qualitative and quantitative tools. The 360-degree feedback system, for example, collects input from multiple organizational levels to assess how individual behaviors align with cultural expectations. Cultural benchmarking compares an organization's culture against that of peers or industry leaders, identifying best practices and areas for development. These methods help organizations see both internal alignment and external positioning.

In addition to general assessment methods, several structured frameworks have been developed to systematically evaluate organizational culture. The Competing Values Framework classifies cultures into clan, adhocracy, market, and hierarchy types based on dimensions of control and flexibility. Denison's Organizational Culture Survey emphasizes traits such as involvement, consistency, adaptability, and mission. Hofstede's cultural dimensions model enables comparisons across national and organizational boundaries. Other tools, such as the Organizational Culture Inventory, the Cultural Web, and value-based leadership assessments, offer targeted analyses focused on behaviors, symbols, power structures, and leadership alignment.

ASSESSMENT OF THE CURRENT STATE OF HUMAN RESOURCE MANAGEMENT AT MOTOR TRANSPORT ENTERPRISES

Bocharova N.A., Yarovyi I.O.
Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv

At the present stage of development, motor transport enterprises face numerous challenges in the field of human resource management. One of the main problems is the use of outdated HR management methods that no longer meet the demands of a rapidly changing market and technological progress. In many cases, personnel policies rely on traditional approaches, while the information systems in use are inefficient in processing data and hinder effective communication between departments.

The low level of digitalization in HR processes significantly complicates modernization. The lack of modern digital platforms for recruitment, training, and employee performance evaluation leads to delays in decision-making, reduced management quality, and the loss of competitive advantages. In many companies, the implementation of such technologies is either in its early stages or entirely absent.

Another issue is the lack of adaptation in professional development systems to the current labor market requirements. Standardized approaches to upskilling fail to account for individual employee needs and the specifics of a multicultural environment. This results in lower employee engagement, increased staff turnover, and reduced overall productivity.

The organizational culture at many motor transport enterprises typically retains a hierarchical management structure, which limits opportunities for horizontal communication, stifles employee initiative, and hinders innovation. In the context of globalization, such a management model loses its effectiveness and requires a shift toward an open, inclusive, and flexible corporate culture.

Cultural diversity is another pressing concern. With the expansion of international cooperation, motor transport companies increasingly work with multicultural teams. The absence of adaptation programs, intercultural communication training, and integration strategies creates risks of misunderstandings and conflicts, negatively affecting team performance.

Additionally, the weakness of HR analytics and the limited capacity for strategic planning prevent companies from responding promptly to external changes. Without modern tools for data analysis and forecasting, effective decision-making becomes more difficult, which, in turn, reduces competitiveness on the global market.

Therefore, the current state of human resource management in the transport sector requires comprehensive modernization. The implementation of digital technologies, the development of adaptive professional growth programs, the transformation of organizational culture, and the integration of intercultural management practices are crucial. A systemic approach to HR reform will enhance the efficiency of enterprises under modern challenges and improve their competitiveness.

ASSESSMENT OF THE POTENTIAL OF TECHNOLOGY AS A FACTOR OF ITS SUCCESSFUL COMMERCIALIZATION IN THE CONTEXT OF ENGINEERING COMPANIES

Bushuiev M.B., Fonarova T.A.
Ukrainian State University of Science and Technology, Dnipro

The introduction of modern technologies is the basis for sustainable innovative development of Ukrainian enterprises. It is the successful commercialization of technologies that gives impetus to enterprises to compete worthily not only in the domestic but also in the international market.

The main role in increasing the potential of technologies and their successful implementation in industrial enterprises today belongs to engineering companies operating on the principles of project management and marketing of innovations. Thus, it is the engineering services companies that are most interested in assessing the potential of the technology as a basis for determining the size of investments, marketing activities for its promotion and commercialization.

One of the approaches to assessing the potential of the technology is project and investment analysis, which should include an assessment of investment attractiveness and risks. An objective assessment of the commercial potential of the technology as a characteristic of hidden opportunities that are potentially available but have not yet been realized helps to find and convince the investor to invest funds, minimizes the risks of losing financial resources, and helps to predict profit.

Another aspect of assessing the potential is the usefulness of the technology, taking into account the industry in which the customer company operates, the features of its development strategies, the state of scientific and technological progress in this area, the possibility of attracting experts and obtaining an integrated assessment.

One of the most well-known assessments of potential is an assessment based on the life cycle of the technology. At each stage, it is possible to apply certain methods, the most effective ones, so at the stage of the beginning of commercialization, it is advisable to use the cost approach, taking into account the cost of development and the profit of the developers.

Engineering companies are involved at the stage of technology marketing and its launch on the market. Consequently, the methods used to assess the technology potential at this stage are market methods, in particular income methods, which allow assessing future income from the use of the technology. In addition, the potential can be assessed based on its structure. Scientific and technical potential, innovation, resource, market, economic, etc. are distinguished. The market (marketing) component in the technology potential should be separately highlighted. It is very important to assess such market characteristics as competitiveness, the ratio of market segments to the possibilities of realizing the technology potential, market threats and risks that reduce efficiency, organizational (structural) capital and technological readiness of the customer enterprise, etc.

Thus, the direction of further research is to develop a comprehensive methodology for assessing the potential of technology with the definition of an integral indicator.

INNOVATIVE DIGITAL STRATEGIES FOR EXPORT-ORIENTED GROWTH OF SMEs IN UKRAINE

Chernobrovkina S.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

Ukrainian SMEs are increasingly adopting innovative digital strategies to drive export-oriented growth, though adoption levels vary significantly across tools and sectors. While social media marketing and digital advertising are widely used, challenges like infrastructure gaps and limited expertise hinder the full potential of e-commerce, CRM systems, and data analytics (Table 1) [1-3].

Table 1 – Digital Strategy Adoption Among Export-Oriented Ukrainian SMEs

Digital Strategy	Level of Adoption	Key Insights
Social Media Marketing	High	Actively used by Ukrainian SMEs for domestic and export communication, especially via Instagram and Facebook
E-commerce Platforms	Medium	Growing usage of Shopify, Etsy, and Amazon by export-oriented SMEs, but infrastructure and logistics remain challenges
CRM Systems (Customer Relationship Management)	Low	Adoption remains limited; mostly used by medium-sized businesses in the IT and services sectors
Cloud Technologies	Medium	Adoption is increasing due to war-related decentralization needs and remote work, especially Google Workspace and Microsoft 365
Data Analytics & Market Intelligence Tools	Low	Very limited use among micro and small businesses due to lack of training and budget
Digital Advertising (Targeted Ads)	Medium–High	Many SMEs use Facebook and Google Ads, but optimization skills are lacking
Online Trade Fairs / B2B Platforms	Low	Adoption is in the early stages; some progress is made through donor-supported initiatives

References:

1. OECD (2024), Enhancing Resilience by Boosting Digital Business Transformation in Ukraine, OECD Publishing, Paris, https://doi.org/10.1787/4b13b0bb-en

2. World Bank (2023), Building Digital Resilience in Ukraine https://www.worldbank.org/en/country/ukraine

3. EU4Digital (2023), Digital Marketing for SMEs https://euneighbourseast.eu/opportunities/new-opportunities-for-ukrainian-smes-e-commerce-coaching-from-eu4digital/

OPTIMIZATION OF PRODUCTION FACILITIES FOR MAINTENANCE AND REPAIR OF HEAVY-DUTY TRUCKS IN MOTOR TRANSPORT ENTERPRISES

Fedotova I., Borovskyi O.
Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv

The efficiency of maintenance and repair (M&R) operations for heavy-duty trucks within motor transport enterprises (MTEs) significantly influences vehicle reliability, operational costs, and overall fleet performance. Recent studies emphasize the necessity of reorganizing production facilities to enhance the effectiveness of M&R processes. For instance, Mytko and Savin [1] highlight that the development of production units for routine maintenance and repair should be determined by the volume of work, considering the cost of execution. They suggest that centralized maintenance facilities serving multiple enterprises can optimize resource utilization and reduce downtime.

The integration of intelligent control systems into the repair processes of industrial facilities with distributed infrastructure has been explored by Kupin et al. [2]. Their research indicates that implementing cyber-physical systems (CPS) can lead to more efficient and adaptive maintenance strategies, particularly in complex operational environments. Such systems enable real-time monitoring and predictive maintenance, which are crucial for minimizing unexpected failures and optimizing maintenance schedules.

In the context of Ukraine, where MTEs often operate under challenging conditions, including economic constraints and infrastructural limitations, adopting these advanced approaches is particularly pertinent. The modernization of M&R facilities, coupled with the implementation of CPS, can significantly enhance the operational readiness of heavy-duty trucks, ensuring timely service delivery and improved safety standards.

In conclusion, optimizing production facilities for the maintenance and repair of heavy-duty trucks in MTEs involves a strategic combination of reorganizing existing structures and integrating advanced technological solutions. Such measures are essential for improving fleet reliability, reducing operational costs, and ensuring the sustainability of transport operations in demanding environments.

References:

1. Mytko M.V., Savin Yu.F. Research on the Feasibility of Performing Routine Maintenance and Repair Works in Taxi Motor Enterprises. *Bulletin of Vinnytsia Polytechnic Institute.* 2024. № 2. P. 93–100.

2. Kupin A., Muzyka I., Romanov M., Ruban S., Savytskyi O., Kharlamenko V. Intelligent Control of Repair Process of Industrial Facilities with Distributed Infrastructure on the Basis of CPS. *Academic Journals and Conferences*. 2016. Vol. 1, No. 2. P. 87–92.

DIVERSIFICATION STRATEGIES AS A TOOL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF ENTERPRISES IN UKRAINE UNDER CONDITIONS OF EXTERNAL INSTABILITY

Fedotova I., Litvinienko A.
Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv

In the current context of external instability, including ongoing hostilities and economic disruptions, Ukrainian enterprises are compelled to seek strategies that ensure resilience and sustainable development. Diversification emerges as a pivotal approach, enabling businesses to mitigate risks, adapt to market fluctuations, and explore new growth avenues.

Diversification strategies can be categorized into horizontal, vertical, concentric, and conglomerate types, each offering distinct advantages. Horizontal diversification allows firms to expand their product lines, leveraging existing capabilities to enter new markets. Vertical diversification involves integrating different stages of the supply chain, enhancing control over production and distribution processes. Concentric diversification focuses on adding new products or services that are technologically or commercially related to existing offerings, while conglomerate diversification entails venturing into entirely unrelated business areas. A study by Buzhymska et al. highlights that successful implementation of these strategies requires a thorough assessment of the enterprise's resources, market conditions, and potential synergies. The authors emphasize that diversification not only aids in risk reduction but also contributes to strengthening the company's market position and financial stability [1]. Nazarenko et al. discuss the interconnection between diversification and value-based management in small wholesale businesses. They argue that diversification strategies, when aligned with value-based management principles, can lead to enhanced decision-making processes and improved enterprise value [2]. In the Ukrainian context, where enterprises face challenges such as disrupted supply chains and fluctuating demand, diversification serves as a strategic tool to navigate uncertainties. By adopting appropriate diversification strategies, businesses can not only safeguard against external shocks but also position themselves for long-term growth and competitiveness. Moreover, diversification allows companies to better allocate available resources, optimize internal processes, and tap into emerging sectors that may offer greater stability or growth potential. This strategic flexibility is especially critical for ensuring business continuity and adaptive capacity under prolonged external stressors.

References:

1. Бужимська К., Царук І., Бірюченко С., Пащенко О., Світлишин І. Вплив диверсифікації на стратегічне управління підприємством. *Науковий вісник Мукачівського державного університету. Серія "Економіка".* 2024. Т. 11, №3. С. 34–46. DOI: https://doi.org/10.52566/msu-econ3.2024.34

2. Nazarenko I.L., Lavrynovich I.S., Skrypnik V.M. Interconnection of diversification and value-based management in small wholesale business. *Bulletin of Transport Economics and Industry.* 2023. Issue 84. P. 73–85. DOI: https://doi.org/10.18664/btie.84.301422

ENHANCING LOGISTICS SERVICES IN UKRAINIAN MOTOR TRANSPORT ENTERPRISES UNDER THE PRESSURE OF ONGOING HOSTILITIES

Fedotova I., Luhinets M.
Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv

The logistics sector in Ukraine, particularly within motor transport enterprises (MTEs), is undergoing a profound transformation due to the ongoing military actions and resulting economic instability. These circumstances have caused significant disruptions to supply chains, labor availability, and infrastructure integrity, forcing logistics operators to seek innovative and adaptive solutions.

Amid these challenges, Ukrainian MTEs are increasingly adopting digital technologies and integrated logistics management systems to maintain service continuity. The development of consolidated information platforms, real-time routing, and predictive maintenance tools has enabled enterprises to respond to volatile conditions with greater flexibility and efficiency [1]. The emphasis on just-in-case inventory models and regional service diversification has proven critical to enhancing operational resilience. In parallel, comparative studies with EU logistics systems reveal opportunities for Ukraine to close performance gaps through regulatory harmonization and the adoption of best practices in customer service, vehicle fleet modernization, and transport safety [2]. These reforms are not merely technical but also strategic in enhancing the competitiveness of Ukrainian transport enterprises in the post-war recovery period. In the context of Ukraine, where enterprises must contend with unstable demand, damaged infrastructure, and the need for rapid rerouting due to military threats, logistics service quality becomes a key factor in enterprise survival. By implementing adaptive logistics strategies and strengthening human resource capacity, MTEs can improve delivery accuracy, customer satisfaction, and economic viability. Effective crisis logistics planning and real-time situational awareness have become essential tools for mitigating risks and maintaining service continuity in high-risk zones. Under the pressure of ongoing hostilities, logistics services in Ukraine's motor transport sector are evolving toward more resilient, customer-oriented, and technologically advanced models. These changes not only support immediate operational needs but also contribute to the long-term strategic positioning of enterprises in the broader European logistics market. As a result, MTEs that successfully integrate these innovations are more likely to emerge as competitive and trusted service providers in the post-conflict economic landscape.

References:

1. Shatilo O., Derevianko O., Boichenko K., Shevchuk N., Magdaliuk O. Strategic development of motor transport enterprises' innovative processes in Ukraine. *Journal of Eastern European and Central Asian Research (JEECAR).* 2023. Vol. 10, № 7. P. 940–955.

2. Yanovska V., Kyrychenko A. Transport services market benchmarking: Ukraine – EU comparative analysis. *Economy of Ukraine*. 2020. № 12. P. 22–35.

QUALITY OF LIFE OF PERSONNEL AT UKRAINIAN ROAD TRANSPORT ENTERPRISES UNDER CONDITIONS OF ONGOING HOSTILITIES: CHALLENGES AND ADAPTATION STRATEGIES

Fedotova I., Umitova V.
Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv

Prolonged hostilities on the territory of Ukraine have significantly altered the operating conditions of road transport enterprises (RTEs), especially in terms of labor organization, social protection, and ensuring employee well-being. The quality of life of workers, previously determined primarily by income level and working conditions, is now increasingly shaped by critically important aspects such as safety, stability, psychological resilience, and adaptability to high-stress environments [1].

Due to population displacement, mobilization processes, and partial destruction of infrastructure, many RTEs are experiencing a shortage of qualified personnel. This has forced enterprises to seek new forms of labor organization, including the active involvement of women, youth, and older individuals in roles not traditionally performed by these groups [2]. Some enterprises have also launched training programs for new employees without prior experience in the field. Moreover, constant shelling and the destruction of transport infrastructure have disrupted logistics processes, increased the workload on personnel, and created additional risks to their life and health. In such conditions, psychological support for workers, the introduction of flexible work schedules, and mental health programs are becoming especially relevant.

Studies show that enterprises that have rapidly adapted to new circumstances by implementing digital technologies and innovative approaches to human resource management have managed not only to maintain operational efficiency but also to improve the quality of life of their staff [3]. A key factor in this process is the development of feedback systems that allow companies to promptly respond to employees' needs and concerns. Thus, improving the quality of life of personnel at RTEs under wartime conditions requires a comprehensive approach, including the adaptation of HR policies, the implementation of innovations, and the provision of social protection. These measures not only help maintain the functionality of enterprises but also strengthen the overall resilience of the national economy.

References:

1. Luchnikova T.P., Tarnovska I.M., Vorobiov Y.V. Adapting the Transport Enterprises of Ukraine to the Conditions of Martial Law. *Business Inform*. 2023. №1(540). Pp. 116–122.

2. Ukraine businesses hire more women and teens as labour shortages bite // *Reuters*. 12.09.2024. URL: https://www.reuters.com/world/europe/ukraine-businesses-hire-more-women-teens-labour-shortages-bite-2024-09-12/

3. Smoliarov V. Enhancing the Efficiency of Management of Transport Enterprises: Modern Trends and Challenges. *Journal of Economics, Innovative Management and Entrepreneurship*. 2024. Vol. 2, №3. Pp. 87–95. URL: https://journals.eikipub.com/index.php/JEIME/article/view/305

KEY ACCOUNT MANAGEMENT AS A STRATEGIC MARKETING TOOL IN THE B2B SECTOR: MODERN APPROACHES AND PROSPECTS

Fedotova I., Voronin M.
Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv

In today's dynamic and competitive business environment, Key Account Management (KAM) has emerged as a crucial component of marketing strategy, particularly for B2B companies seeking to enhance client loyalty, ensure revenue stability, and achieve long-term business growth. As firms increasingly face volatile market conditions, including geopolitical instability and disruptions in supply chains, the ability to strategically manage relationships with key customers becomes essential. Recent studies highlight that KAM plays a significant role in improving both market performance and financial outcomes by enabling firms to better align with their most valuable clients [1]. Through the development of dynamic capabilities– such as organizational flexibility, formalized internal processes, and innovation orientation– companies can create customized value propositions that strengthen customer relationships and improve competitive positioning.

A comprehensive literature review of KAM practices further reveals that successful implementation relies on an integrated relationship marketing approach. This involves fostering long-term partnerships, enabling joint value creation, and adopting a client-centric mindset across the organization [2]. These strategic elements are especially relevant under turbulent conditions, where adaptive customer engagement can serve as a buffer against market shocks and uncertainty.

In the context of Ukraine, where businesses are currently operating under the ongoing pressure of hostilities and economic disruption, the relevance of KAM becomes even more pronounced. Adapting global best practices to local conditions enables enterprises to maintain operational continuity, safeguard critical revenue streams, and reinforce trust with strategic clients. Moreover, embedding KAM into broader corporate strategies contributes to greater organizational resilience and long-term sustainability. This is particularly vital for sectors such as logistics, manufacturing, and professional services, where reliable partnerships with key clients directly influence the firm's ability to survive and adapt. As a result, KAM serves not only as a mechanism for business stabilization but also as a foundation for recovery and future growth in unstable environments. Key Account Management should be viewed not only as a customer retention tactic but as a strategic tool for navigating uncertainty and achieving sustainable success in the B2B sector.

References:

1. Saba D., Sahli Y., Hadid, A. The Role of Artificial Intelligence in Company's Decision Making. In: Hassanien A.E., Taha M.H.N., Khalifa N.E.M. (eds) Enabling AI Applications in Data Science. *Studies in Computational Intelligence*. Vol. 911. Springer, Cham, 2021.
2. Shelehov I. V., Prylepa D. V., Khibovska Y. O., Otroshcenko M. S. Machine learning decision support systems for adaptation of educational content to the labor market requirements. *Radio Electronics, Computer Science, Control*. 2023. Vol. 1. P. 62-72.

THE ROLE OF THE 4P STRATEGY IN ENTREPRENEURSHIP

Huang Fuying,
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

To become a successful entrepreneur, one must possess high personal qualities, integrity, and cultivation. Of course, personal abilities and an understanding of the production technology of one's own business are also indispensable. Therefore, 'Entrepreneurship = Virtue + Ability + Talent'. Once we have entrepreneurial capabilities, we must also understand the law and operate legally. We need to preliminarily outline our business's '4Ps'. During the entrepreneurial process, we must understand three flows: product flow, cash flow, and information flow. In daily life, we should discover useful information, seize useful information, grasp useful information, and finally utilize this information to bring greater wealth to our business. At the same time, we should cultivate ourselves into excellent 'shepherds' who are well-planned and purposeful. This means that when the enterprise reaches a certain scale, we need to further refine the '4Ps'.

The 4P combination strategy in entrepreneurial marketing, which includes product, price, place, and promotion, is the foundation for marketers to achieve their goals. Product strategy emphasizes developing unique features to meet the needs of target customers, making the product stand out in the market. The pricing strategy is determined based on market positioning and brand strategy, with the key being to ensure that the product's price reflects its value, making it appealing to target consumers. Channel management is crucial; businesses need to deeply understand the market and consumer behavior, build efficient and flexible sales channel networks, and have good organizational and control capabilities. Promotional activities require strong planning and brand communication skills, accurately targeting the audience, and effectively enhancing brand awareness and influence through marketing activities. For example, Henry Ford achieved the popularization of mass-produced cars through the 4P strategy. He developed various models of cars to meet different needs, reduced costs through large-scale production, ensuring affordability; he also established a nationwide distribution network to make purchases convenient for consumers; advertising and door-to-door sales promoted product recognition.

In summary, the 4P combination strategy is the basis for businesses to formulate marketing strategies, closely integrating product, price, place, and promotion to drive commercial success. Starting a company requires market analysis, strategic planning, financial analysis, opportunity and risk assessment, and a management team. For entrepreneurs with limited funds, online models or home studio setups can be chosen. An online model can save on operational costs by utilizing new media platforms to create a virtual storefront and expand customer acquisition channels. A home studio can leverage existing space, reduce rental costs, and focus on a single but highly efficient service project.

CLUSTERING AS A TOOL FOR IMPROVING ENTERPRISE PERFORMANCE

Kaganovskyy O.
Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics, Kharkiv

Systematising researchers' views on the benefits of clustering has made it possible to list and identify the main motivations for enterprises to join clusters (Table 1) [1].

Table 1 – Motivations for Enterprises to Join a Cluster

Advantages of Clusters as Organizational Structures	**Motivations for Joining a Cluster (Potential Opportunities for Participating Enterprises)**
Effective integration and consolidation of participants	Creation of mutually beneficial partnerships with other members
Achievement of economies of scale and synergies	Improvement of business performance
Attraction of investment through expanded opportunities	Access to additional investment, improvement of investment attractiveness
Flexibility and adaptability of the cluster	Rapid response to external changes, overcoming crisis situations
Integration of science, technology and production	Access to research and development results, their implementation in operations
Accumulation of resources into a unified organic system	Expansion of material, financial and human resource capacity
Effective specialisation of participants	Avoiding dispersion of resources and efforts
Optimising production, logistics, knowledge and resource sharing	Improving productivity and operational efficiency
Mechanisms for effective development of existing potential	Advancing technological processes, optimising supply, production and distribution
Optimising costs and improving product quality	Increasing profitability and competitiveness
Impact on regional development	Enhancing corporate social responsibility
Potential for social impact	Strengthening human capital, access to skilled labour, improving wage levels
Opportunities to address environmental challenges	Adoption of resource-saving technologies and shift to environmentally friendly production
Opportunities for personal development of staff	Improvement of working conditions and training opportunities
Potential for creating new types of business within the cluster	Expansion of business activities and additional revenue streams

Thus, it can be argued that clustering is a complex process that offers significant opportunities for enterprises – especially small and medium-sized enterprises – and other potential participants to improve their performance. Taking advantage of these opportunities allows a company to develop its activities in line with the principles of sustainable development.

References:

1. Хахалєв Д.О. Оцінка забезпеченості сталого розвитку підприємства. *Бізнес Інформ*. 2024. №5. С. 338–344.

FACTORS INFLUENCING ADHD ON HUMAN LIFE

Kalashnyk M., Serhiienko O.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Attention-deficit/hyperactivity disorder is one of the most common neuropsychological disorders and includes a combination of persistent problems, such as difficulty paying attention, hyperactivity and impulsive behaviour [1]. According to the World Health Organization, ADHD affects around 5% of children and 2.5% of adults worldwide. That means there are millions of people living with ADHD around the world [2]. Despite this, public understanding of the nature of the disorder, its manifestations, and its impact on various areas of life remains insufficient.

Since the main symptoms of ADHD are impatience, impulsivity and difficulties in self-organization, this disorder affects a person's life in many areas, and the educational and professional spheres are no exception. People with ADHD find it difficult to concentrate on educational material, they are easily distracted, may not complete tasks, perform them inattentively or may not meet deadlines. This leads to poorer results in studies and work, frequent remarks from teachers and management, and decreased motivation.

Regarding interaction with society, impulsive behaviour, lack of restraint in statements, and violation of communication norms can make it difficult to establish friendly or romantic relationships. Such people may seem rude or inconsiderate of the feelings of others. ADHD is also often accompanied by emotional instability and irritability. A person can easily lose self-control and feel constant disappointment due to their own "unproductiveness".

However, there are some things you can do to reduce the impact of ADHD symptoms on your daily life. People with ADHD have difficulty concentrating and planning, so having a clear routine can help avoid chaos. This can be done by using diaries, checklists, planners, breaking down large tasks into small steps, and establishing a clear schedule for sleep, eating, work, and rest.

In conclusion, attention-deficit/hyperactivity disorder is a serious neuropsychological disorder that has a significant impact on all aspects of human life. A comprehensive study of the impact of ADHD on human life is an important step towards the formation of effective strategies for support, adaptation and social integration of people with this disorder.

References:

1. Adult attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD). Mayo Clinic. URL:https://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/adult-adhd/symptoms-causes/syc-20350878

2. 34 ADHD Statistics: How many people have ADHD?. Golden Steps ABA. URL: https://www.goldenstepsaba.com/resources/adhd-statistics

ALGORITHM FOR ASSESSING THE EU CONVERGENCE EFFECT BASED ON GRAVITY MODELS

Kochorba V.
Educational and Scientific Institute «Karazin Banking Institute» of the Karazin Kharkiv National University, Kharkiv

The research methodology uses gravity models to analyse the level of economic development of EU countries. Gravity models are widely used in the analysis of convergence of territorial development. Convergence is the process of convergence of development levels of territories over time. In order to assess the effect of convergence in the EU on the basis of gravity models, three steps are carried out (Fig. 2) [1].

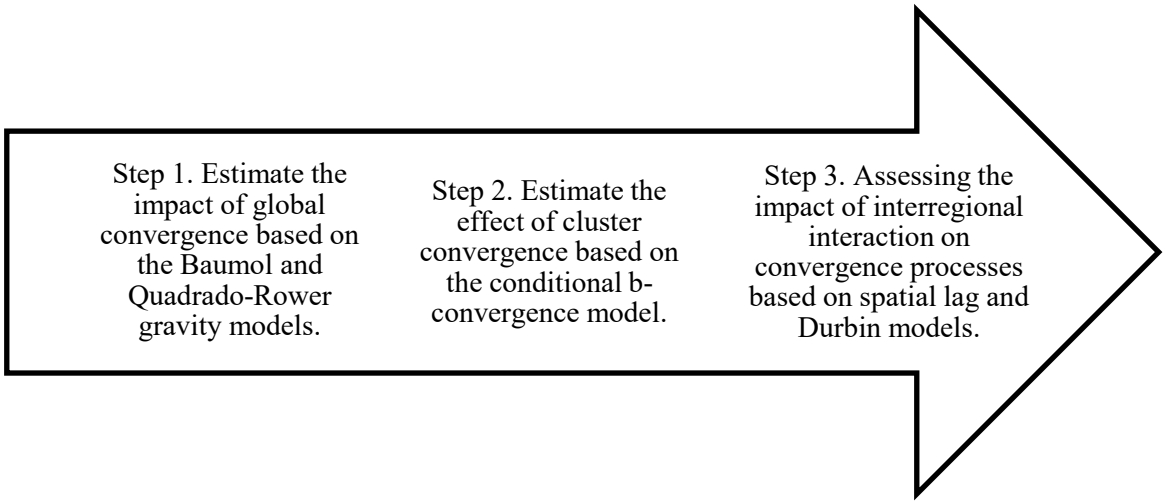


Figure 1 – Algorithm for assessing the EU convergence effect based on gravity models

In the first step, regression models are used to assess absolute (unconditional) β-convergence, where the dependent variable is the average growth rate of the indicator and the independent variable is its initial level [1].

In the second step, β-convergence occurs when the ratio between the growth rate of the regional development indicator per capita and its initial level is negative, provided that additional factors are included that are decisive for the sustainable development towards which the economic objects are moving [1].

The third step of the algorithm is based on the use of spatial lag and Durbin models.

The results of the study can be useful for choosing and justifying the development strategy of the financial systems of individual countries, since they allow assessing the degree of convergence of countries in terms of the level of economic development as a whole.

References:

1. Кочорба В. Ю. Оцінка конвергенції економічного розвитку країн ЄС як підґрунтя розвитку фінансової системи країн / В. Ю. Кочорба, С. В. Прокопович // Ефективна Економіка. – 2024. - №7. https://www.nayka.com.ua/index.php/ee/article/view/4222/4257

BLOCKCHAIN TECHNOLOGY AND ITS IMPACT ON CORPORATE SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Koptieva H.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

The integration of blockchain technology into corporate sustainability strategies is transforming the way enterprises manage transparency, efficiency, and accountability. As businesses face increasing pressure to adopt environmentally and socially responsible practices, blockchain offers a decentralized and tamper-proof system for enhancing trust in sustainability initiatives. By providing immutable records, automated processes, and secure data exchange, blockchain supports ethical business practices and long-term value creation [1].

One of the key applications of blockchain in corporate sustainability is supply chain management. Companies can track raw materials and product life cycles in real-time, ensuring compliance with environmental regulations and ethical sourcing standards. This level of transparency helps prevent fraud, reduces waste, and promotes responsible consumption and production. Additionally, smart contracts enable automated enforcement of sustainability agreements, improving operational efficiency and reducing costs [2].

Blockchain also enhances corporate governance and stakeholder engagement. Enterprises can use decentralized ledgers to record and verify sustainability metrics, such as carbon emissions, energy consumption, and social impact. This real-time, verifiable data strengthens corporate accountability and helps organizations align with global sustainability frameworks, including the United Nations Sustainable Development Goals (SDGs) and Environmental, Social, and Governance (ESG) criteria.

Furthermore, blockchain technology facilitates new financial models that support sustainability, such as tokenized carbon credits and decentralized financing for green projects. These innovations provide businesses with alternative funding mechanisms while incentivizing sustainable investments.

In today's rapidly evolving economic and regulatory environment, blockchain technology offers enterprises a powerful tool for achieving corporate sustainability goals [3]. By enhancing transparency, automating compliance, and fostering stakeholder trust, blockchain paves the way for a more sustainable and resilient global economy.

References:

1. Koptieva H., Krasnokutska N., Kruhlova O. Managerial approaches to navigating renewable energy investment globally. IEEE 5th KhPI Week on Advanced Technology. Technology and Engineering Management. October 7–11, 2024, Kharkiv, Ukraine. p. 1-6..
2. Коптєва Г.М. Теорія та методологія забезпечення економічної безпеки бізнес-процесів торговельного підприємства: монографія. Харків: Видавництво: Іванченка І.С., 2020. 254 с.
3. Коптєва, Г.М. (2023) Корпоративна соціальна відповідальність як інститут розвитку бізнесу. *Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Серія: економічні науки,* (6), 34–37.

THE INFLUENCE OF PERSONNEL DEVELOPMENT EFFICIENCY ON THE COMPETITIVE POSITION OF ENTERPRISES

Koptieva H.M., Sanzharov D.O.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Managing human resources development is a key factor in building a workforce that can adapt to rapid technological change, increase operational and organizational efficiency, and drive innovation. Effective systems of personnel assessment, training and career planning directly affect labor productivity, employee motivation and overall adaptability of the enterprise [1].

In a changing business environment, the role of personnel development in maintaining the competitiveness of an enterprise is of particular importance. Effective management of personnel development contributes to an increase in the level of adaptability, innovation and internal cohesion. These factors, in turn, allow companies to respond more dynamically to external and internal challenges and technological shifts [2; 3].

Key elements of effective development strategies include aligning training with the company's business goals, regularly assessing employee competencies, and implementing individual development plans. Establishing clear development paths not only increases professional efficiency, but also promotes long-term employee engagement and reduces talent attrition.

Digitalization of training processes and the use of data analytics in human resource planning allow for more accurate identification of skill gaps and faster implementation of targeted learning solutions. Furthermore, fostering a culture of continuous improvement and leadership support strengthens employee initiative and promotes knowledge sharing [3; 4].

By integrating personnel development into core management practices, enterprises can build resilient human capital and create a workforce that actively contributes to the achievement of strategic goals. This integrated approach becomes a driver of sustained competitive advantage in today's knowledge-based economy.

References:

1. Ткаченко К., Коптєва Г. Мотивація та стимулювання праці персоналу в управлінні підприємством. *Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут". Серія: економічні науки.* 2023. №4, 33–38.

2. Коптєва Г.М. Теорія та методологія забезпечення економічної безпеки бізнес-процесів торговельного підприємства: монографія. Харків: Видавництво: Іванченка І.С., 2020. 254 с.

3. Коптєва, Г.М. (2023) Корпоративна соціальна відповідальність як інститут розвитку бізнесу. *Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Серія: економічні науки,* (6), 34–37..

4. Коптєва Г.М. Кадрова безпека підприємства: сутність, складові та забезпечення. *Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Серія: економічні науки.* №2. 2020. С.119–124.

RESHAPING PERFORMANCE MANAGEMENT THROUGH IT-ENABLED PROCESSES IN DIGITAL TRANSFORMATION

Kovshik V.I.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Today, scientists and management specialists are facing the intense growth of information technologies related to machine learning and artificial intelligence that influences and challenges all the existing approaches to performance evaluation, planning, and management in general. Combined with already established trends towards the use of big data, social media, and the internet of things, as well as the new and even potential developments like quantum computing, it creates an environment that is drastically different from the environment that existed when modern performance management was developed. This leads to the strong necessity of investigation of the new ways of adapting the performance management theory and practice on all levels: from individual employee performance to the overall performance of a large multinational company.

It is possible to outline several main directions of digital transformation influence in this field. First of all, it influences the decision-making processes by facilitating data-driven decisions, shifting towards flexible performance measurement systems [1], automating performance measurement processes, and creating real-time feedback systems [2]. This can be characterized as the influence that supports the manager's effort by providing additional tools. From another perspective, digital transformation creates additional challenges for managers. It is especially prominent in the social aspect of management as it influences the relationships between managers and other employees. Human resource and performance management have become more challenging [3] because of changes in work culture, the wide adoption of remote work, and changes in the whole business models of companies. Combined with more flexible employment, stricter control using IT, and ethical issues, these factors can cause significant problems in the utilization of traditional performance metrics and approaches.

It is obvious that successful reshaping performance management in this situation is possible only through the IT-enabled processes by integrating the aforementioned elements of technology that have practical significance and constructing a consistent practice in this field that will be targeted to reduce the contradictions and make the processes more employee-oriented.

References:

1. Cosa M., Torelli R. Digital Transformation and Flexible Performance Management: A Systematic Literature Review of the Evolution of Performance Measurement Systems. *Global Journal of Flexible Systems Management*. 2024. Vol. 25, № 3. P. 445–466.

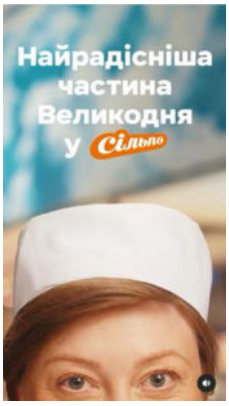
2. Halim H., Kesuma T. M., Siregar M. R. Digital transformation strategy to optimize company performance. Jurnal Manajemen Bisnis, Akuntansi Dan Keuangan. 2023. Vol. 2, № 2. P. 189–200.

3. Barišić A. F., Barišić J. R., Milološa I. Digital transformation: Challenges for human resources management. *ENTRENOVA*. 2021. Vol. 7, № 1. P. 357–366.

THE EASTER CAKE EMOTIONAL MARKETING CAMPAIGN: THE "SIPLO" SUPERMAKET CHAIN CASE

Larchenko V.V.
National Technical University
"Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

Easter is the season, when there is the boost of marketing campaigns promoting chocolate bunnies and eggs, various Easter cakes and so on. The "Silpo" supermarket chain is a game changer in the Easter marketing campaign in 2025. The "Silpo" supermarket chain and the "Banda" agency have turned to emotional marketing in the campaign by exploiting the sweet memories and desires of childhood being still the want/pain point for not only kids, but also adults, i.e. eating the whole Easter cake to finally get to its tastiest top. They have offered the removal of the paint point by getting to "emotional associations with imagery" [1], evoking excitement, family belonging, and festivity due to eating the Easter cake top in one's childhood. The agency have released a teaser (see Picture 1), in which they introduce the idea of the happiest part of Easter without showing it. One can see a chef's top face saying about the attempts made by "Silpo" for the entire year to find the happiest part of the spring holiday and as a result they are ready to show it at the "Silpo" spot soon. The top face is the hook as well. The further ad reveals this part by showing the chef's top face and the Easter cake tops above (see Picture 2) and then there is the statement that they have found the happiest part of the Easter cake and it is its top (see Picture 3).



Picture 1. The teaser


Picture 2. The advertisement



Picture 3.the campaign slogan

The audience is divided into several categories, the ones who: 1) welcome the idea as the Easter cake top is their pain point and "Siplo" has removed it; 2) don't welcome the idea as Easter cakes are to be regarded as a part of the religious holiday; 3) say the idea is not new; 4) don't like the Easter cake top, but they like the marketing idea; 5) have bought the top after being hooked, but who have been disappointed. In conclusion it is necessary to state that "Silpo" and the "Banda" agency have met the wants of their target audience by offering the Easter cake top and using emotional marketing that have led to situational marketing by other brands as well.

Reference:

1. Excel Ajah. Emotional Marketing: Creating Ads That Connect and Convert, Recorded Books, 2025.

MEASURING CORPORATE DIGITAL RESPONSIBILITY

Nashchekina O.M.[1], Tymoshenkov I.V.[2]
[1] National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv
[2] V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv

The accelerated advances in digital technology and the rapid digitalization of business have introduced new challenges in the CSR sphere. These emerging dimensions of CSR are represented by the concept of corporate digital responsibility (CDR). Regardless of whether CDR is viewed as a subset of CSR or a separate domain of responsibility, it requires effective management. For this purpose, it is important to develop measures for assessing the CDR performance of companies that use digital technology. The aim of this study is to systemize both the metrics used to measure CDR, as reported in different studies, and the existing approaches to assessing it.

The set of CDR performance measures depends on how broadly CDR is defined. Some authors focus on how data are collected, stored, and used in decision-making [1], while others adopt a more holistic view of CDR. For example, the authors of [2] use the ESG framework to classify the potential impacts produced through the use of digital technology. The environmental impacts of digital technology are tangible, often linked to a company's energy consumption related to digital operations, may include the use of energy in the entire value chain, and the electronic waste generation. These impacts are quantifiable and measurable (e.g., Scope 1, 2, and 3 CO_2 emissions). The social effects include, among others, digital inclusion, digital empowerment, and digital well-being [2]. They proliferate as digital technology evolves and are not easy to measure. Governance metrics may refer to practices ensuring the ethical collection and use of data, data protection policies, the reliability of data centers and other related aspects.

The approaches to measuring CDR performance include both quantitative and qualitative methods. For example, the number of training sessions on data security or ethical use of digital technology and the number of employees who participated in such trainings can be easily quantified, and so can the investments in cybersecurity. In contrast, some aspects, such as the integration of CDR into corporate culture, can only be assessed qualitatively through surveys of both employees and C-suite executives. Measuring CDR performance separately from other dimensions of CSR can be complicated as digital technology is pervasive across various business functions. It is utilized for analytical purposes, data storage, communication, design, monitoring and controlling technological process, and in many other activities. Thus, the development of a comprehensive set of metrics of CDR remains a challenge, as it requires distinguishing CDR-related performance from overall CSR performance and providing objective quantifiable measures of those specific contributions.

References:

1. Cheng C., Zhang M. Conceptualizing Corporate Digital Responsibility: A Digital Technology Development Perspective // Sustainability. 2023. Vol. 15(3). # 2319.
2. Herden C. J., Alliu E., Cakici A., et al. Corporate Digital Responsibility // Sustainability Management Forum. 2021. Vol. 29(1). P. 13–29.

RESPONSIBLE USE OF DIGITAL TECHNOLOGY IN SERVICE COMPANIES

Nashchekina O.M., Yu Jia
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

The responsible use of digital technology, referred to as corporate digital responsibility (CDR), is becoming a growing concern in today's business. CDR is especially important in the service sector, as service firms maintain closer relationships with customers and tend to gather more personal data than manufacturing companies. This enables offer customization, improves transaction and communication efficiency, which can enhance the financial performance of service companies. However, it also exposes customers to risks of data misuse. The goal of this research is to identify key CDR dimensions of service companies based on ethical risks and customer impact.

The major domains of CDR in the service sector are related to ethical data acquisition, responsible data sharing, data protection, and ethical data use.

Ethical data acquisition concerns how data are collected. Potential ethical problems may include coercive disclosure and unclear privacy policies. While companies typically inform customers and obtain consent, privacy statements are often too lengthy or complex for non-experts to fully understand the implications. If they also cover sharing data with multiple partners, a meaningful consent would require reviewing each partner's policy, which is practically impossible [1]. Hence, companies are also responsible for ensuring data protection and ethical data use by their partners. Given the data exchange across such partnerships at the backend of the service business model [2], it is essential to extend CDR to the entire digital service ecosystem.

Personal data protection remains a top priority for service companies. In sectors such as financial services, consulting, and healthcare, failure to protect customer data can lead to severe financial and moral harm in cases of data breaches or theft. In addition, such incidents can undermine trust and damage the collective reputation of the service industry as a whole. To address these risks, companies must continuously invest in cybersecurity to respond to ever-evolving threats.

Breaches of ethical data use include obtrusive communications, the requirement of mandatory consent for receiving promotional content, manipulation of customer choices based on personal data, biases in AI algorithms that influence decision-making.

Developing sound CDR policies and adhering to the principles of digital responsibility are indispensable for mitigating the risks and building digital trust. By doing so, service companies can protect their reputation and ensure their long-term sustainability in the increasingly data-driven world.

References:

1. Kurtz C., Wittner F., et al. Design Goals for Consent at Scale in Digital Service Ecosystem // ECIS 2020 Research Papers. 2020. # 69.

2. Wirtz J., Kunz W. H., Hartley N., Tarbit J. Corporate Digital Responsibility in Service Firms and Their Ecosystems // Journal of Service Research. 2023. Vol. 26(2). P.173-190.

THE SIGNIFICANCE OF OFFSHORE ACTIVITIES IN INTERNATIONAL ECONOMIC RELATIONS

Novik I.O.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Offshore activities have become an integral part of the modern world economy. In the context of business globalization and growing international competition, companies are increasingly using offshore jurisdictions to optimize their financial flows, reduce the tax burden and protect assets. However, along with significant advantages, offshore activities also have their disadvantages that require careful analysis.

Offshore activities provide companies with the opportunity to reduce tax costs, which, in turn, allows them to save more funds for reinvestment in the business. This can stimulate the development of new technologies, expansion of production and the creation of new jobs. Studies show that companies that actively use offshore mechanisms show higher growth rates compared to their competitors operating in only one jurisdiction.

They can respond more quickly to changes in market conditions, as they can easily move capital and assets between different countries. This allows companies to adapt to new business conditions and reduce the risks associated with political and economic changes.

Despite the numerous advantages, offshore activities also have a number of challenges that require attention.

The use of offshore structures can be accompanied by legal risks, especially if companies violate the laws of their countries or international norms. The growing number of international agreements on the exchange of financial account information leads to greater transparency and control by states. This can make it more difficult to conduct offshore business and lead to fines and sanctions.

Offshore activities often raise ethical questions, as they can be used to evade taxes. This creates inequities in the financing of government programs and services that depend on tax revenues. The public increasingly questions the integrity of companies that actively use offshore jurisdictions.

Given the growing pressure from governments and society, companies are forced to look for new ways of doing business that would comply with ethical standards and legal requirements. This may lead to the development of new financial products and services that combine offshore strategies with high standards of transparency and accountability.

It is expected that regulatory changes may significantly affect offshore activities in the coming years. Increased attention to transparency, anti-money laundering and tax responsibility may lead to changes in the way companies use offshore jurisdictions. This may open up new opportunities for companies that are willing to adapt their strategies to the new conditions.

DIGITAL TRANSFORMATION AND ECONOMIC SECURITY OF ENTERPRISES

Panchenko A.O., Koptieva H.M.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

In today's world, digital technologies play a crucial role in all areas of the economy, with information becoming the most valuable resource [1-5]. Every moment, vast amounts of data are generated, requiring not only storage but also analysis to make effective decisions. Advanced technologies such as Big Data and AI help businesses predict customer behavior, adapt strategies, and improve overall efficiency.

Digitalization is not just about implementing modern equipment or software; it also involves changes in management approaches and corporate culture. This leads to increased employee productivity, higher customer satisfaction, and stronger market competitiveness. Many industries are already embracing digital transformation as a strategic development path, allowing them to quickly adapt to global changes.

However, along with the benefits of digitalization, risks are also increasing. One of the main challenges is the security of informational resources [5]. Cyberattacks and data breaches can cause serious financial losses and reputational damage. Losing critical data may disrupt production processes, lead to financial fraud, and require costly recovery efforts. Research indicates that cybersecurity is an essential component of economic security. Threats can be both external (hacker attacks, malware) and internal (low employee competence, human errors). Therefore, to protect businesses, it is crucial to implement comprehensive security systems, including technical measures, risk management policies, and staff training.

Thus, digital transformation significantly reshapes business processes, offering new growth opportunities while introducing new risks. For enterprises to thrive in the digital economy, they must adapt to emerging challenges and implement effective economic security strategies.

References:

1. Kukhar, O., Kravchyk, Y., & Brechko, O. (2023). Digital transformation as a factor in ensuring economic security of enterprises. *Baltic Journal of Economic Studies*, *9*(5), 143-152.
2. Коптєва Г.М. Теорія та методологія забезпечення економічної безпеки бізнес-процесів торговельного підприємства: монографія. Харків.: Видавництво Іванченка І.С., 2020. 254 с.
3. Коптєва Г.М. Кадрова безпека підприємства: сутність, складові та забезпечення. *Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Серія: економічні науки*. №2. 2020. С.119–124. DOI:
4. Krasnokutska N., Koptieva H. (2021). Modelling the security of business processes of enterprises when creating and transferring values for stakeholders. *Financial and credit activity: problems of theory and practice.* Collection of scientific papers. Volume 4 (39). pp. 251–263..
5. Коптєва Г.М. Інформаційне забезпечення економічної безпеки бізнес-процесів підприємства торгівлі. *Держава та регіони. Серія: Економіка та підприємництво*. Випуск 4(115). 2020. С. 85–90..

INNOVATIONS IN MANAGEMENT IN THE TRANSITION TO THE 5.0 ERA: INFORMATION SYSTEMS FOR HR-MANAGEMENT

Ren Wei, Iershova N.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

Recent studies highlight the issue of the fact that in the transition to Industry 5.0, human resource management is becoming a strategic role in CSR and sustainable development of companies. Many scientific and methodological works note that in the conditions of Industry 5.0, not only the nature of work changes radically, but also the strategic role of HR in promoting CSR and sustainable development initiatives [1-6]. Industry 5.0 is characterized by the use of the latest technologies, analytics and various methods focused on people. In particular, AI can be used to transform HR processes and functions in the era of Industry 5.0. This improves the experience and engagement of employees in the Era 5.0. Hiring and training based on artificial intelligence, ethical use of technologies in HRM contribute to creativity, innovation and mental well-being of employees. We substantiate the role of HRM in the Era 5.0 and its consequences. The practical significance of this research is confirmed by the improved understanding of these developments and strategic changes in HRM practices towards these new digital paradigms. Research by the analytical company Gartner shows that the use of digital technologies is one of the main trends in the work of HR workers. Modern HR departments face a number of challenges that slow down processes and reduce the effectiveness of the team [2, 3]. Digital solutions allow companies to scale, switch to a remote work format and increase resilience to change.

References:

1. Iershova, N.Y., Portna, O.V., Nikiforov, A.A., Tereshchenko, D.A., Tkachenko, M.O., Streimikis, J. (2025). Social Component of Business Model Competitiveness: Analytical Dimension and Management Approaches, Montenegrin Journal of Economics, Vol. 21, No. 3, pp. 209-224 https://mnje.com/sites/mnje.com/files/currentissue/Komplet%20MNJE%20Vol.%2021,%20No.%203.pdf#page=209

2. Єршова Н. Ю. Напрями удосконалення підходів та методів аналізу діяльності в системі управлінських рішень суб'єктів господарювання. URL: http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPIPress/58206/1/Yershova_Napriamy_2020.pdf.

3. Iershova N. YU., Ren Wei. A modern view of human resources management in companies: a practical context. *Управління розвитком соціально-економічних систем*: матеріали IX Міжнар. наук-практ. конф. (06-07 березня 2025 р.) Ч.1. – Харків: ДБТУ, 2025. С. 458-460. https://biotechuniv.edu.ua/wp-content/uploads/2025/03/conf-06-07-03-25-progrv.pdf

4. Iershova N. Staffing strategic management accounting at the enterprise. *Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я*. Тези доп. XXVII міжн. наук.-практ. конф. MicroCAD-2019, 15-17 травня 2019 р.: у 4 ч. Ч. III. / за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків: НТУ «ХПІ».

5. Єршова Н.Ю. Професія бухгалтера в сучасних умовах. *Облік, оподаткування і контроль: теорія та методологія*. М-ли Міжнар. Наук.-практ. інтернет-конф. (м. Тернопіль, 27 грудня 2019 р.) – Тернопіль: ТНЕУ, 2019. 274 с. http://dspace.wunu.edu.ua/bitstream/316497/37469/1/263.pdf

6. Єршова Н. Ю. *Організаційне забезпечення функціонування управлінського обліку на підприємствах.* Науковий вісник Ужгородського університету – Ужгород: УжНУ. 2017. №1 (49). Т. 1. С. 338-346 https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/15459.

MAIN TRENDS IN DIGITAL MARKETING TRANSFORMATION

Romanchik T.V., Bezpechna E.I.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

One of the key areas of development of modern marketing is the introduction of innovations. In particular, we are talking about the spread of so-called "smart" technology, regular software updates, and improving the functionality of digital devices.

The process of digitalization, which covers both the production sphere and consumer behavior, is becoming particularly relevant. This process is manifested, in particular, in the creation of virtual retail platforms. The importance of after-sales service is growing: warranty service, customer training, product testing before purchase, etc. The behavior of the modern consumer is undergoing significant transformations. First, there is an increase in the rational approach to consumption, which necessitates the need to convince the target audience of the expediency of using new goods and services. Secondly, in connection with the development of the market, consumer tastes are segmented, which contributes to increasing requirements for functionality and ease of use of products. Thirdly, the process of making purchasing decisions is becoming more complicated, which is due to the high level of competition and information overload.

Domestic enterprises should take into account global trends in the digitalization of the economy and integrate modern information technologies into management activities. The use of digital tools is becoming not just a competitive advantage, but a prerequisite for the functioning of a business in conditions of high turbulence. The advantages of using Internet technologies in marketing are: reducing promotion costs, reaching a wide audience, reducing the time to search for partners and reducing the labor intensity of marketing activities.

A modern digital marketing strategy should be integrated into the overall strategy of the enterprise and provide for constant monitoring and adjustment of the tools used in accordance with changes in the market situation.

The most common Internet marketing tools today include: websites, targeted advertising, marketing in social networks, mobile and e-mail marketing.

Among the latest trends, it is worth highlighting the following:

- introduction of chatbots in messengers and social networks;
- creation of personalized content;
- adaptation of content to voice search;
- use of applications for web resources;
- optimization of ASO (App Store Optimization).

Digital marketing is emerging as a key factor in ensuring the stable functioning and development of an enterprise in the digital economy. Its effective use contributes to increasing the level of communication with consumers, forming loyalty, and expanding market opportunities. Further development of digital marketing will require both a high level of professional training of personnel and the ability of the enterprise to quickly adapt its marketing strategy to new challenges of the digital environment.

DECISION-MAKING ALGORITHMS FOR STARTUP SCALING AND INVESTMENT

Samus P.O., Bilotserkivskyi O.B.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

This paper examines advanced decision-making algorithms applicable to startup scaling and investment processes. By analyzing the integration of data-driven methodologies with traditional venture evaluation models, we provide a framework for optimizing resource allocation and strategic growth decisions.

Startups face distinctive challenges when making critical decisions – uncertainty pervades their environment, historical data remains scarce, and market conditions shift rapidly [1]. The ongoing digital revolution means ventures now need sophisticated analytical tools to inform scaling choices and secure funding.

Our findings reveal that predictive analytics delivers 37% greater accuracy in forecasting growth patterns than conventional methods [2]. Machine learning applications identify ideal scaling timing, cutting inefficient resource use by roughly 28%. Additionally, algorithmic portfolio techniques help investors build more robust startup portfolios, generating 18% better risk-adjusted returns.

Market opportunity assessment tools powered by algorithms speed up discovery while minimizing the cognitive biases inherent in entrepreneurial judgment. During scaling phases, dynamic resource allocation helps startups remain flexible while pursuing expansion, as algorithms continuously adjust priorities based on performance data. Matching systems that connect investors with startups based on strategic compatibility enhance funding outcomes by pairing ventures with investors whose expertise and risk tolerance match specific business models. Adaptive feedback systems enable startups to respond effectively to market developments, with algorithms analyzing performance metrics to recommend business model refinements. Wee should investigate the ethical dimensions of algorithm-driven decisions in startup environments and develop tailored approaches for different industry contexts.

Decision-making algorithms represent a significant advancement in startup management practices, offering data-driven insights that complement entrepreneurial intuition. As digital technologies continue evolving, further research should explore the ethical implications of algorithmic decision-making in startup contexts and develop more specialized approaches for diverse industry sectors.

References:

1. Pandher G. The performance of venture capital investments: failure risk, valuation uncertainty & venture characteristics. Quantitative Finance. 2021. Vol. 21, № 6. P. 929–943.

2. Göttel V., Lichtinger Y., Engelen A. Rethinking new venture growth: A time series cluster analysis of biotech startups' heterogeneous growth trajectories. Long Range Planning. 2024. Vol. 57, № 2. P. 102427

CREATING A BUSINESS PLAN FOR AN INTERNATIONAL STARTUP: A FOCUS ON ECOSYSTEM INTEGRATION

Shmatko N. M., Akimenko A.D.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

In the modern global economy, startups face both opportunities and challenges when expanding internationally. A well-crafted business plan is essential for navigating these complexities, particularly in the context of the entrepreneurial ecosystems in target markets.

Entrepreneurial ecosystems encompass a range of factors such as institutions, markets, culture, policies, and infrastructure that support innovation and new business formation in a specific area. According to Isenberg [1], the success of entrepreneurship is influenced by the surrounding environment. Therefore, entrepreneurs must understand and align their strategies with the characteristics of each ecosystem they enter when developing a business plan for an international startup. This includes adapting to local consumer behaviors and legal frameworks.

A business plan following this ecosystem-based approach should include detailed market and cultural analysis, identification of local partners, and a flexible operational strategy for cross-border adaptation. For example, startups in developing regions may focus on mobile solutions or microfinancing, while those in developed ecosystems prioritize intellectual property protection and innovation networks. Digital ecosystems like Amazon Web Services or Google Cloud can provide scalable infrastructure for international operations.

By utilizing ecosystem mapping tools, such as those developed by Stam [2], entrepreneurs can assess market strengths and weaknesses and tailor their business models accordingly. An ecosystem-informed strategy promotes resilience, adaptability, and stronger connections to local resources and communities. This approach suggests that successful international startups will rely on agile, ecosystem-aware business plans rooted in local realities yet globally scalable.

References:

1. Isenberg, D. J. (2011). The entrepreneurship ecosystem strategy as a new paradigm for economic policy.
2. Stam, E. (2015). Entrepreneurial ecosystems and regional policy: A sympathetic critique. European Planning Studies, 23(9), 1759–1769.

INTERNATIONAL STRATEGY OF PRODUCT PROMOTION

Shmatko N. M., Dudarieva M.A.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

In today's globalized environment, an international product promotion strategy is a key element of a company's marketing activities. Successful product promotion in the international market requires a combination of adapting to local conditions and maintaining a strong and consistent corporate image. Companies must consider the cultural, economic, legal and technological differences in their target markets, while ensuring brand recognition and integrity worldwide.

Depending on the company's goals and resources, there are the following promotion strategies: standardized, adaptive, and combined. As Kotler et al. noted, a standardized approach reduces operational and marketing costs by offering a consistent message across borders. On the other hand, an adaptive strategy focuses on aligning marketing efforts with regional preferences, languages, and expectations, often resulting in higher levels of consumer engagement and conversion rates. [1]

Modern digital tools such as social media, content marketing, SEO, and influencer marketing have become the driving force behind international expansion. Chaffey D. & Ellis-Chadwick provided a good example of the Spotify platform, which localizes content for each market, including adapting advertising campaigns to local music preferences. [2]

Key factors in the effectiveness of an international strategy are cultural awareness, consumer preference research, knowledge of the legislation of target countries, and the use of big data analytics to personalize offers.

Therefore, an international product promotion strategy should be based on a flexible approach, combining global alignment with local adaptation.

References:

1. Kotler P., Keller K.L. Marketing Management. 15th ed. London : Pearson Education, 2016. – 800 p.
2. Chaffey D., Ellis-Chadwick F. Digital Marketing. 7th ed. London : Pearson Education, 2019. – 696 p.

STRATEGIC APPROACH TO MANAGING CORPORATE SOCIAL INITIATIVES

Sitak I., Lou Lei
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Increasing attention to the Sustainable Development Goals, responsible investment, and long-term corporate resilience requires a rethinking of traditional strategic management tools. In this context, the integration of the Balanced Scorecard (BSC) system with ESG indicators (Environmental, Social, Governance) emerges as a promising direction for modernizing corporate governance. It combines a classical focus on performance with new requirements for social and environmental responsibility in business. The BSC system, developed by Kaplan and Norton, has long been used as a strategic platform that enables companies to monitor progress toward objectives across four key areas: finance, customers, internal processes, and learning and growth. Its key strength lies in combining financial and non-financial metrics, allowing for a comprehensive evaluation of organizational performance.

ESG criteria, which cover environmental, social, and governance dimensions, are becoming increasingly prominent. ESG indicators include metrics such as greenhouse gas emissions, energy efficiency, gender diversity, social policies, anti-corruption measures, and governance transparency. These are actively used by investors, funds, and business partners to assess non-financial risks and the long-term growth potential of companies. Both models are strategically oriented, value-driven, and focused on long-term outcomes. The BSC has significant potential to incorporate ESG metrics as elements of strategic control. Integrating ESG indicators into the BSC opens up numerous advantages. It aligns strategic business goals with the expectations of internal and external stakeholders. Formalizing ESG within the BSC framework enhances transparency and facilitates non-financial reporting according to international standards such as GRI, SASB, or the EU's new corporate sustainability directives. Such integration fosters internal transformation - shifting ESG from being perceived as an obligation to being seen as a source of strategic innovation and advantage. Through an ESG-BSC model, a company can systematically assess its social and environmental impact, making it a core part of its competitive strategy.

Despite the clear benefits, integrating ESG into the BSC framework involves several challenges. Foremost is the absence of a unified methodology to define relevant ESG metrics tailored to specific industries or business models. Companies must independently adapt these indicators to their own context. A second challenge is the difficulty of quantifying social and environmental impacts, especially in areas where results manifest only in the long term.

The integration of ESG metrics into the BSC system represents a promising trajectory for the evolution of corporate governance. It enables companies to be both efficient and responsible. This approach fosters investor trust, strengthens societal connections, and helps build stable, resilient organizations capable of navigating today's challenges.

STRATEGIC APPROACH TO MANAGING CORPORATE SOCIAL INITIATIVES

Sitak I., Wang Shuyan
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

The United Nations Sustainable Development Goals (SDGs) set benchmarks for countries, governments, businesses, and civil society, including poverty eradication, decent work, environmental protection, and inclusive growth. Within this context, companies are increasingly seen as active agents of positive change. Their social engagement - carried out through initiatives in education, healthcare, environmental protection, employee well-being, and community development - contributes to achieving global goals while also creating additional value for the companies themselves. Corporate social initiatives are voluntary actions taken by businesses aimed at addressing socially significant issues both within the company and in the external environment. These may include employee support programs, charitable giving, corporate volunteering, partnerships with non-governmental organizations, environmental efforts, or support for local enterprises.

To ensure long-term impact and alignment with sustainable development principles, social initiatives must be managed strategically. A strategic approach implies that social policy is not a collection of fragmented activities but is integrated into the company's overall corporate strategy. During strategic planning, it is essential to define key areas of social activity in line with the company's mission, values, and stakeholder expectations. Involving stakeholders in planning and implementing social programs is particularly valuable. Engaging employees, community representatives, partners, and local authorities not only enhances transparency but also fosters greater trust in the company. Additionally, this participatory approach builds a positive social image, which over time strengthens corporate reputation, customer loyalty, and competitive standing.

Managing social initiatives requires effective tools for implementation and monitoring. Among these are key performance indicators (KPIs), which enable the measurement of outcomes, identification of strengths, and areas for improvement. Examples include the number of employees engaged in training programs, amounts invested in social projects, and levels of community satisfaction. The use of digital tools and reporting platforms (e.g., ESG frameworks) allows data structuring and communication of results to external audiences. Another crucial tool is the development of a corporate culture rooted in social responsibility - where employees not only fulfill formal duties but also participate in volunteering, initiate local projects, and embody corporate values.

Social initiatives are no longer seen as secondary or purely public relations tools. From a strategic standpoint, they are an integral part of corporate governance that contributes to resilience, reputation, and long-term effectiveness. A strategic approach to managing social initiatives unlocks new opportunities for responsible, inclusive, and successful business practices.

THE 3SI PLATFORM AS A LIFE-SUPPORTING SYSTEM FOR UKRAINE'S DEVELOPMENT

Smorodin Andriy [1], Serhiienko Olena [2]
[2] National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv
[1] Three Seas Initiative, Ukraine

In the current context of high global dynamics, security challenges and the urgent need for systemic modernisation, Ukraine needs an integrated infrastructure platform capable of ensuring socio-economic stability, sustainable development and international integration. The Three Seas Initiative (3SI) serves as such a platform - a system of national and international significance that integrates the key components of life support for the population and societal production.

The purpose of this article is to raise the issue of ensuring Ukraine's sustainable development under conditions of severe security and socio-economic turbulence. Particular attention is paid to the (3SI) as a forward-looking, systemic life-support platform that integrates key development dimensions - infrastructure, energy, digitalisation, social mobility and regional cohesion. The platform is examined as a strategic foundation for Ukraine's long-term resilience in the face of uncertainty.

The (3SI) platform is not just a coordination tool, but an institutionalised foundation for building a unified model of economic, social, security and infrastructure organisation. It focuses on meeting the basic needs of citizens, promoting sustainable development of territories, protecting vulnerable populations, enabling innovative renewal of the economy and ensuring adaptive responses to global challenges.

In this context, the structure of the (3SI) platform is fully in line with the logic of a life-support system, which includes

- Resources and their characteristics (human, material, financial, digital, managerial - form the resource base for the implementation of the mission);
- Subjects and objects of interaction (communities, companies, public authorities, NGOs, educational institutions - participants in the 3SI interaction);
- Institutions (norms, rules, agreements, digital protocols - ensure the legitimacy and sustainability of the platform's functioning);
- Processes (management, coordination, innovative production, social services, information exchange);
- Areas of activity (economic, humanitarian, educational, health, social, logistical, security);
- Subsystems - subsystems of health, education, social protection, public administration, digital services, inclusion and mobility.

The (3SI) platform is thus seen as a strategic life-support architecture and a platform for mobilising Ukraine's intellectual, institutional, resource and human potential to overcome crises and ensure sustainable development.

References:

1. https://3seas.eu/about/objectives

DIGITIZATION OF THE ECONOMY UNDER CURRENT GLOBAL CHALLENGES

Stepanenko N.
Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics, Kharkiv

In today's realities, the digitalization of the economy has become a crucial factor in ensuring the competitiveness of countries, regions, and businesses. Global challenges such as the COVID-19 pandemic, military conflicts, climate change, and energy instability have intensified the need for digital transformation in governance, production, education, and communication. Digital technologies are reshaping traditional business processes, driving the growth of e-commerce, remote employment, and smart infrastructure while also enhancing the efficiency of public administration. In response to emerging challenges, many governments are implementing digital development strategies that encompass electronic document management, citizen-centered digital services, cybersecurity, and the promotion of digital literacy.

The importance of digital changes becomes especially evident during wartime, when the continuity of decision-making processes and accessibility of state services are critical. Ukraine has demonstrated higher achievements in building a digital state, particularly through the Dia app, digital IDs, and integrated online services for both citizens and businesses.

Nevertheless, digitalization presents a range of problems, such as unequal access to different technologies, cybersecurity risks, and a shortage of qualified personnel with appropriate digital competencies. So, comprehensive state policy is needed to bridge the digital divide and foster innovation. Successful digital transformation requires cross-sectoral cooperation, infrastructure investment, the adaptation of education systems to the needs of the digital economy, and the promotion of a culture of digital security among the population.

In addition, digitalization enables data-driven decision-making, facilitates real-time monitoring of economic indicators, and increases transparency in both the public and private sectors. The integration of artificial intelligence, blockchain, and big data analytics into economic systems creates new valuable chains and supports more sustainable models of businesses. At the same time, the emergence of the digital economy requires a reassessment of regulatory frameworks and ethical standards to ensure inclusive and sustainable development. So, digitalization is not only a technological shift but also a powerful driver of socioeconomic changes. Its effective implementation in Ukraine can ensure sustainable development, improve the quality of life, and strengthen the country's position in the global digital landscape.

References:

1. Ministry of Digital Transformation of Ukraine. Digital Transformation in Ukraine: Challenges and Prospects. Kyiv, 2023.
2. Kniazieva T., Podolskyi R., Arakelova I., Dashko I., Mohylova, A. Marketing technology in the context of digitalization: features and trends of Ukraine. Economic Alternatives. 2023, Issue 2, pp. 409-423.

ACTUAL PROBLEMS OF INTEGRATING MIS IN THE FINANCIAL AND ACCOUNTING SPHERE

Strokov I.

National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

The implementation of Management Information Systems (MIS) in financial and accounting activities is a strategically important step in the digital transformation of enterprises. However, this process is accompanied by a number of complex and interrelated issues that require thorough theoretical and methodological consideration as well as practical solutions.

One of the key challenges is the complexity of adapting MIS to the specifics of financial reporting and accounting, which are often based on outdated software or manual data processing. As noted by Laudon & Laudon, full ERP integration requires business process reengineering and changes to the organizational structure, leading to staff resistance and high implementation costs. The lack of IT skills among accountants and financial managers is a systemic problem that complicates both the implementation and the daily operation of MIS. According to research by Romney & Steinbart, digital literacy is a critical success factor, especially in the transition to automated systems of analytics and internal control.

MIS implementation increases the dependence of financial systems on network infrastructure and cloud technologies. This raises new security requirements: authentication, access control, data backup, encryption, and change auditing. Special attention must be paid to protecting data from internal threats – whether due to human error or system vulnerabilities. Assessing the effectiveness of MIS is difficult due to the lack of clear economic criteria and long-term ROI. Many companies avoid large-scale IT integration because of the uncertainty of outcomes. However, studies show that with proper implementation, MIS can reduce accounting costs by up to 40%. The implementation of MIS – especially in an international context – requires compliance with accounting standards (IFRS, GAAP), regulatory frameworks (GDPR, SOX), and national legislation. The lack of unified protocols and legal mechanisms often creates regulatory risks, particularly for multinational corporations.

Any MIS implementation is not only a technological project but also a socio-organizational transformation. Without proper change management, projects often fail. Successful cases (Oracle, SAP, NetSuite) demonstrate that long-term system functionality requires both technical and psychological support.

The implementation of Management Information Systems in the financial and accounting sphere is a complex, multidimensional process that requires a combination of technical innovation, human capital, and adaptive governance. To ensure success, enterprises need: clear digital transformation strategy; enhanced digital skills among staff; data protection aligned with international standards; flexible regulatory support; institutional readiness for change.

Thus, overcoming current challenges in MIS implementation will enable the creation of an efficient, transparent, and risk-resistant financial and accounting infrastructure for modern enterprises.

SAMSUNG: INNOVATION AND GLOBAL REACH

Timoshenkov I. V., Kyryllov M. P.
V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv

In the era of the Fourth Industrial Revolution, technology companies are playing a critical role in shaping not only economic growth but also societal transformation. Among these companies, Samsung stands out as a symbol of continuous innovation, strategic foresight, and global influence.

Given the rapid development of digital technologies and the intensification of global competition, Samsung is not just a company that follows the changes, but a driving force that shapes a new reality. It combines the scale of an international player with the dynamism of an innovative leader, leaving its mark in a wide range of areas, from electronics to advanced scientific research. Samsung has evolved from an electronics manufacturer into a powerful technology ecosystem that includes microchips, artificial intelligence, 5G, robotics, IoT, and the latest energy solutions. Thanks to strategic investments in R&D, the company not only keeps up with global technological changes, but also actively shapes them, acting as a driver of innovation on a global scale. Samsung promotes sustainability through eco-design and recycling: The Galaxy S25 Ultra contains up to 100% recycled materials, and the packaging is almost entirely plastic-free. By 2027, all DX Division production facilities will be powered by renewable energy, and by 2025, they will be fully recycled without waste [1]. Samsung develops its AI by combining technical innovation with ethical principles such as fairness, transparency, and accountability. The company is implementing the AI Safety Framework for AI safety, including data management, risk assessment, and continuous monitoring, and compliance is monitored by specialised teams and international partners [3].

Samsung is investing heavily in research and development – in 2023, the amount was USD 21.2 billion – which contributes to the development of environmentally friendly and innovative solutions, with a tendency to further increase investments. Samsung's case shows how the synergy of technological innovation, consumer insight, and the localized 4P marketing drives product leadership, brand strength, and global market expansion. This approach makes the company unique in combining innovation, sustainability, and flexibility. Its model encompasses electronics, AI, and green technologies, integrating advanced solutions with ethical standards. By investing in R&D, marketing, and risk management, Samsung is shaping not only products but also the future of responsible business.

References:

1. Samsung Electronics, Companies & Product. *Statista*. URL: https://www.statista.com/topics/985/samsung-electronics/#topicOverview

2. Galaxy S25 Product Environmental Report. 2025. *Samsung*. URL: https://www.samsung.com/global/sustainability/landing_hub-file/AZUXQdtKImgALYMV/Galaxy_S25_Ultra_Environmental_Report_EN.pdf

3. Electronics AI Ethics. Samsung. URL: https://www.samsung.com/global/sustainability/policy-file/AZEqcluaBekALYM9/Samsung_Electronics_AI_Ethics_EN.pdf

TRANSFORMING DIGITAL MARKETING IN GLOBAL BUSINESS: FROM SEARCH TO SMART AUTOMATION

Tymoshenkov I.V., Maliy S.I.
V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv

Internet marketing has undergone a radical transformation under the influence of globalization and digital technologies. From basic website promotion to complex AI-driven campaigns, the tools and strategies have evolved significantly. Initially focused on search engine optimization (SEO), marketing now integrates real-time analytics, automation, multi-channel strategies, and personalized content.

While SEO remains a foundation, its role has shifted. Google's algorithm updates and rising user expectations have moved the focus from keyword density to user experience, content quality, and mobile adaptability. Marketing professionals must now master both technical SEO and strategic targeting to ensure visibility in search engines [1].

Artificial Intelligence (AI) has become a core element of digital marketing, enabling prediction of consumer behavior, automated content generation, dynamic personalization, and smart advertising. AI not only streamlines marketing operations but also enhances decision-making by offering real-time insights. As of 2025, it is no longer an optional tool but a competitive necessity [2].

Despite the advantages, challenges such as data privacy, ethical use of algorithms, and depersonalization of communication must be addressed. Balancing technology with creativity and empathy remains key.

In conclusion, internet marketing in international business has shifted from being a technical domain to a strategic driver. To remain competitive, companies must embrace innovation while ensuring ethical standards and human-centric values. Moreover, the integration of advanced CRM systems, real-time feedback mechanisms, and predictive analytics tools allows businesses to adapt their offers almost instantaneously. Platforms like chatbots and voice assistants are reshaping customer interactions, while immersive technologies such as AR/VR are creating novel engagement experiences. Companies that leverage such tools not only increase efficiency but also build stronger emotional connections with their audience.

Looking ahead, the future of digital marketing lies in hyper-personalization and ethical AI usage. As data protection regulations become stricter, marketers must innovate responsibly. The growing importance of sustainability and social impact also influences digital campaigns, pushing brands to communicate values, not just products. Thus, mastering digital marketing today means understanding not only algorithms and tools but also human expectations, ethics, and societal shifts.

References:

1. Deiss R., Henneberry R. Digital marketing for dummies. Hoboken, N.J. : John Wiley & Sons, 2017. 363 p.

2. Kotler P., Kartajaya H., Setiawan I. Marketing 6.0: The future is immersive. Hoboken, N.J. : John Wiley & Sons, 2023. 256 p.

INNOVATION, INTEGRATION, AND IMPACT: A CASE STUDY OF A TECH GIANT'S GLOBAL STRATEGY

Tymoshenkov I.V., Matskova T.P.
V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv

The role of a global technology leader in shaping the modern IT landscape is significant. Its market presence spans smartphones, personal computers, wearable devices, and digital services. Continuous innovation and an integrated ecosystem have helped drive commercial success and broader industry shifts.

Despite fierce competition from other major players in cloud services, operating systems, and mobile hardware, Apple has maintained its leadership through consistent revenue growth and diversified product offerings. From 2020 to 2025, it experienced steady increases in both profit and market share, particularly driven by the expansion of its service segment and strong performance in key global markets, including North America, Europe, and China [1]. Among the most profitable business lines are smartphone sales and subscription-based digital services. Innovation in hardware, such as the introduction of proprietary processors, and continued investment in operating system upgrades, also contributed to growth. Moreover, Apple's wearable technology segment has evolved into a robust revenue stream, benefiting from increasing demand for connected health and lifestyle products [2].

Equally important is Apple's commitment to sustainability. With annual R&D investments exceeding USD 25 billion and dedicated funding for green initiatives, Apple is targeting carbon neutrality across all operations by 2030. Efforts include reducing emissions, adopting renewable energy, and integrating recycled materials into its product designs. This case highlights how technological innovation, market adaptability, and corporate responsibility can converge to sustain global leadership. The company's capacity to respond to evolving market dynamics and consumer expectations secures its position as a benchmark for IT development in the global economy.

Future competitiveness will depend on maintaining this balance between commercial ambition and societal value, especially in areas such as AI integration, data ethics, and environmental impact. The insights gained from this analysis can guide businesses seeking resilience and leadership in the fast-paced technology sector. At the same time, global tech leaders are expected to align growth with social responsibility. Transparency in data practices, inclusive design, and proactive climate action are becoming key expectations from stakeholders, investors, and consumers alike. These trends will likely define the future landscape of the IT industry.

References:

1. Apple revenue worldwide 2004–2024 [Electronic resource]. *Statista* : website. Available at: https://www.statista.com/statistics/265125/total-net-sales-of-apple-since-2004/ (Accessed: 14.03.2025).

2. The Evolution of Apple: From Garage to Global Technology Giant [Electronic resource]. *Medium* : website. Available at: https://almancidiquii.medium.com/the-evolution-of-apple-from-garage-to-global-technology-giant-ed52755fef5f (Accessed: 14.03.2025).

EMERGING BUSINESS MODELS IN THE AUTOMOTIVE INDUSTRY

Tymoshenkov I.V., Myronova Y.V.
V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv

Tesla exemplifies a new generation of companies reshaping the global automotive industry through disruptive innovation, sustainability, and vertical integration. The company's influence goes beyond vehicle manufacturing, integrating artificial intelligence, energy solutions, and digital ecosystems into a unified operational model.

Its strategic departure from combustion engines to full electric vehicle (EV) production, along with the creation of an international charging network and energy products like Powerwall and Solar Roof, showcases a broader transformation agenda. Tesla's direct-to-consumer (DTC) model, digital-only sales strategy, and software-driven vehicle management mark a radical shift in automotive commerce [1].

Innovation lies at the heart of Tesla's model: investment in AI for autonomous driving and manufacturing optimization, custom-built hardware like Dojo chips, and real-time over-the-air updates that extend functionality without physical intervention. In 2024 alone, Tesla invested over USD 4.5 billion in R&D to advance battery technology, robotics, and software systems [1].

Tesla's sustainability vision includes a roadmap to carbon neutrality by 2030. Key initiatives include full electrification of the product line, battery recycling programs, solar energy generation, and the use of renewable energy in all Gigafactories [2]. These actions are supported by measurable reductions in CO_2 emissions and expanding market presence in regions like China and the United States.

The company's marketing approach also breaks convention. Tesla relies on viral media, Elon Musk's personal brand, and social engagement rather than traditional advertising [2]. This creates a strong identity-driven brand community that fuels organic growth. Tesla's case demonstrates how convergence of AI, digital infrastructure, green technologies, and non-traditional branding forms the basis for a new business model in the automotive sector.

This evolving approach reflects broader economic and technological shifts, where value creation relies not only on product innovation but also on ecosystem thinking and customer experience. As global environmental and digital standards tighten, companies like Tesla serve as experimental grounds for the transition toward more sustainable and intelligent mobility systems. Their example illustrates how competitive advantage increasingly depends on a company's ability to align business growth with technological agility and social responsibility.

References:

1. Tesla. Tesla Annual Report 2024 [Electronic resource]. *Tesla :* website. Available at: https://ir.tesla.com (Accessed: 01.04.2025).

2. Tesla. Tesla Impact Report 2024 [Electronic resource]. *Tesla :* website. Available at: https://www.tesla.com/impact (Accessed: 01.04.2025).

OLD PROBLEMS AND NEW CHALLENGES OF GLOBALIZATION

Tymoshenkov I.V.[1], Nashchekina O.M.[2]
[1] V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv
[2] National technical university "Kharkiv polytechnic institute", Kharkiv

The current development of the global economic system is directly shaped by the contradictory interaction between two groups of factors. The first group includes integration and unification drivers. These stimulate the consolidation of political, economic, governmental, and civic institutions at regional, national, and global levels, and create conditions for aligning these structures toward a common framework. Typical examples include international trade agreements, the harmonization of regulatory standards, and global digital infrastructures. The second group consists of forces of autonomization and fragmentation, which emerge from the pursuit of national competitive advantages. These factors manifest in policies aimed at economic sovereignty, reshoring production, or protecting domestic industries. For instance, the trend toward "strategic autonomy" in the EU or "America First" in the US reflects this logic. Despite their diverse forms, such strategies aim to promote a national model of socio-economic development and attract global resources to support it.

While these groups of factors seem to contradict each other, they are both rooted in the same phenomenon – globalization. This paradox makes the study of globalization's nature and evolving dynamics highly relevant both for academic inquiry and for international business practice. Understanding globalization trends enables scholars, policymakers, and business leaders to navigate the complex challenges and opportunities emerging in today's interconnected world.

From a theoretical standpoint, it encourages the refinement of frameworks that explain how globalization transforms economic, political, and cultural systems. For example, Rodrik's "trilemma" model highlights the tensions between globalization, national sovereignty, and democratic politics [1], while Baldwin emphasizes the role of information technology in accelerating global integration and creating new convergence dynamics [2]. Practically, it supports the development of adaptive strategies that enhance benefits while minimizing the downsides of globalization, such as inequality or supply chain vulnerability.

For Ukraine, which is deeply involved in globalization processes through trade, technology, migration, and security, this research has particular significance. Analyzing globalization helps identify both the opportunities and threats facing the country's development, including exposure to global shocks or shifts in geopolitical power. It also aids in crafting sectoral and national development strategies that align with global trends while strengthening Ukraine's international competitiveness and improving societal well-being.

References:

1. Rodrik D. The Globalization Paradox: Democracy and the Future of the World Economy. New York: W. W. Norton & Company, 2011. 368 p.

2. Baldwin R. The Great Convergence: Information Technology and the New Globalization. Cambridge: Harvard University Press, 2016. 329 p.

MARKETING RESEARCH AS A TOOL FOR STRATEGIC ADAPTATION IN INTERNATIONAL BUSINESS

Tymoshenkov I.V., Sokhan O.Y.
V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv

Marketing research has become a key strategic tool in navigating the complexity of global markets. In the face of rapid technological, social, and economic shifts, companies must rely on timely, localized insights to inform decision-making, reduce risk, and stay competitive.

Traditional approaches to marketing research are being replaced or augmented by advanced methods, including AI-driven analytics, predictive modeling, real-time data dashboards, and behavioral tracking. These technologies enable faster and more nuanced understanding of consumer needs and market shifts [1].

Strategic implementation of marketing research supports entry into new markets, localization of products, and design of campaigns aligned with cultural norms and consumer behavior. Studies show that companies using advanced analytics in market research outperform their peers in customer acquisition, satisfaction, and retention [2].

An important development is the integration of neuroanalytics and emotion AI, which help decode subconscious reactions to branding and product experience. For example, leading global brands now use eye-tracking and facial coding in multi-market studies to assess emotional engagement, especially where conventional surveys may fail to capture subtle cross-cultural cues.

In emerging markets, including Ukraine, research challenges include inconsistent data infrastructure and limited trust in polling. Yet, local firms increasingly adopt hybrid models, combining traditional qualitative methods with digital ethnography and mobile-based surveys to gain deeper insights under constraints. As businesses adapt to an era of personalization, sustainability, and digital interaction, marketing research becomes not only a feedback loop, but a forward-looking compass guiding innovation, positioning, and growth strategy in the global marketplace.

Ultimately, the future of international marketing will be shaped by companies' ability to interpret signals from increasingly complex data environments and translate them into meaningful strategies. Marketing research, as both a science and a craft, will remain essential for building trust, relevance, and competitive edge in diverse cultural and economic contexts.

References:

1. Wedel M., Kannan P. K. Marketing Analytics for Data-Rich Environments. *Journal of Marketing*. 2016. Vol. 80(6). P. 97–121. https://doi.org/10.1509/jm.15.0413.

2. McKinsey & Company. The Future of Personalization – and How to Get Ready for It [Electronic resource]. *McKinsey & Company* : website. Available at: https://www.mckinsey.com/business-functions/growth-marketing-and-sales/our-insights/the-future-of-personalization-and-how-to-get-ready-for-it (Accessed: 14.04.2025).

OPTIMIZING LOGISTICS COST MANAGEMENT FOR ENTERPRISE EFFICIENCY

Xiong Zhixiang, Koptieva H.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Effective logistics cost management is a critical factor in ensuring the competitiveness and profitability of enterprises in today's dynamic economic environment. Rising transportation expenses, supply chain disruptions, and increasing customer demands require businesses to implement strategic measures to optimize logistics costs while maintaining service quality. A well-structured approach to cost management enhances operational efficiency, reduces waste, and improves financial performance.

One of the key strategies for optimizing logistics costs is the integration of digital technologies. Advanced data analytics, artificial intelligence, and real-time tracking systems allow enterprises to monitor supply chain performance, predict demand fluctuations, and optimize inventory management. The adoption of automation in warehousing and distribution reduces labor costs and minimizes errors, leading to faster and more accurate order fulfillment.

Another essential approach is the implementation of lean logistics principles, which focus on reducing waste, streamlining transportation routes, and improving resource utilization. Consolidation of shipments, route optimization using GPS-based technologies, and collaboration with third-party logistics providers can significantly lower transportation expenses. Additionally, enterprises must assess cost-effective warehousing strategies, such as multi-modal logistics and just-in-time inventory management, to reduce storage expenses without compromising supply chain reliability.

Sustainability has also become a crucial factor in logistics cost management. Enterprises are increasingly adopting eco-friendly practices, such as optimizing fuel consumption, using energy-efficient transportation modes, and implementing circular economy principles. These initiatives not only reduce costs in the long term but also enhance corporate social responsibility and compliance with environmental regulations [1].

In today's highly competitive market, enterprises must continuously refine their logistics cost management strategies to remain agile and responsive to economic shifts. By leveraging technological advancements, optimizing supply chain processes, and integrating sustainable practices, businesses can achieve greater efficiency, reduce operational expenses, and enhance overall profitability in an increasingly complex global trade environment [2].

References:

1. Koptieva H., Krasnokutska N., Kruhlova O. Managerial approaches to navigating renewable energy investment globally. IEEE 5th KhPI Week on Advanced Technology. Technology and Engineering Management. October 7–11, 2024, Kharkiv, Ukraine. p. 1-6.
2. Коптєва Г.М. Теорія та методологія забезпечення економічної безпеки бізнеспроцесів торговельного підприємства: монографія. Харків: Видавництво Іванченка І.С., 2020. 254 с.

ENHANCING PRODUCT QUALITY MANAGEMENT SYSTEMS IN THE NONFERROUS METAL INDUSTRY

Yao Ruru, Koptieva H.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Ensuring high product quality is a crucial factor for competitiveness and sustainability in the nonferrous metal industry [1]. As market demands increase and regulatory requirements become stricter, enterprises must continuously refine their product quality management systems (QMS) to maintain efficiency and meet global standards. This study explores key strategies for enhancing QMS, focusing on technological advancements, process optimization, and workforce engagement.

A modern QMS integrates automation, digital monitoring systems, and statistical quality control tools to minimize defects and ensure consistency in material properties. The use of advanced data analytics and real-time quality assessment enhances production precision, reducing variability and waste. Additionally, adherence to international quality standards, such as ISO 9001 and industry-specific certifications, strengthens market credibility and facilitates global trade [3].

Beyond technological improvements, human factors play a critical role in quality management [2]. Employee training, process standardization, and a culture of continuous improvement contribute to long-term product reliability and operational excellence. Furthermore, a structured approach to risk management, including predictive maintenance and lean manufacturing principles, helps enterprises proactively address quality-related challenges.

By implementing an integrated and adaptive QMS, companies in the nonferrous metal industry can enhance productivity, reduce costs associated with defects, and improve customer satisfaction. A forward-thinking approach to quality management not only ensures compliance but also fosters innovation, positioning enterprises for sustained growth in an increasingly competitive market [4; 5].

References:

1. Krasnokutska, N., Koptieva H., Cirella, G.T., Kruhlova, O. (2024). Examining the Link Between Corporate Sustainability and Financial Performance: An Empirical Study with Implications for Post-Conflict Ukraine. Handbook on Post-War Reconstruction and Development Economics of Ukraine. Contributions to Economics. Springer, Cham.

2. Коптєва Г.М. Кадрова безпека підприємства: сутність, складові та забезпечення. *Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут"* (економічні науки). №2. 2020. С.119 – 124. DOI:

3. Коптєва Г.М. Теорія та методологія забезпечення економічної безпеки бізнес-процесів торговельного підприємства: монографія. Харків.: Видавництво Іванченка І.С., 2020. 254 с.

4. Mironova N., Koptieva H., Liganenko I., Sakun A., Chernyak D. (2022). "Modeling the Selection of Innovative Strategy for Development of Industrial Enterprises," WSEAS Transactions on Business and Economics, vol. 19, pp. 278-291,

5. Havlovska N., Koptieva H., Babchynska O., Rudnichenko Y., Lopatovskyi V., Prytys V. (2022). Diagnostics of the State of Safety-Oriented Enterprise Management System Using Neural Networks. *TEM Journal*. Vol. 11, Issue 1, pp. 13-23, .

ANALYSIS OF CURRENT TRENDS IN SETTLEMENTS AND PAYMENTS IN INTERNATIONAL BUSINESS

Yurieva I.A., Yuriev M.O.
National Technical University Kharkiv Polytechnic Institute, Kharkiv

In today's globalised environment and rapid development of digital technologies, international payments and settlements play a key role in the global economy. The efficiency of payment systems determines the speed, security and cost of transactions, which directly affects the competitiveness of businesses. International settlements and payments are the backbone of foreign economic activity, enabling the exchange of goods, services and capital between countries. Today, businesses face a number of challenges: from the technical complexity of multi-currency transactions to the need to comply with international AML/KYC standards. Consideration of modern trends in international business payments, including traditional instruments such as letters of credit, collections, bank transfers), innovative blockchain technologies, smart contracts, digital currencies, the impact of regulatory changes and geopolitical factors. The purpose of the study is to analyse the efficiency and prospects of various payment systems for optimising financial flows in international trade. The growth of international trade, the emergence of new financial instruments such as cryptocurrencies, CBDCs, FinTech solutions, and changes in regulatory requirements with the implementation of PSD2 in the EU make the topic particularly relevant. In addition, sanctions policy, currency fluctuations and cybercrime risks require constant analysis of modern payment methods and technological processes. Modern digital payment instruments, such as blockchain transactions, CBDCs and FinTech solutions, provide greater efficiency, security and flexibility in international payments compared to traditional banking methods in the face of geopolitical instability and cyber threats. The analysis of the main areas of research involves studying the patterns of modern payment instruments that are most adapted to the challenges of global business (currency risks, regulatory restrictions, transaction speed), blockchain technologies and digital currencies with an impact on the transformation of international payments, identifying the advantages and disadvantages in comparison of traditional methods such as letters of credit, collection with innovative ones such as P2P payments, cryptocurrency transactions, identifying geopolitical factors such as sanctions, restrictions. In today's dynamic globalisation environment, the analysis of international payments requires the integrated application of various methodological approaches. Among the key areas of research are the technological approach, economic and statistical methods, correlation analysis of exchange rates and volumes of international transactions, legal and political analysis, and strategic management.

References:

1. Міжнародні розрахунки і валютні операції : навчальний посібник / Зянько В. В., Єпіфанова І. Ю., Мельничук Д. П. – Вінниця : ВНТУ, 2021. – 106 с.

2. Береславська О. І. Міжнародні розрахунки та валютні операції : навч. посіб. / Береславська О. І. – Ірпінь : Університет ДФС України, 2019. – 368 с.

3. Аранчій В.І., Томілін 0.0. Міжнародні розрахунки і валютні операції: навч.-метод. посібн. Для студентів спеціальності 072 "Фінанси, банківська справа та страхування". Полтава: ПДАА. 2018. 141 с.

BLOCKCHAIN TECHNOLOGY AND SUSTAINABLE PERFORMANCE

Zamula O., Wang Xianghe, Guo Huakun
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

In a highly competitive environment, businesses continue to improve their operational procedures and practices, trying to achieve excellent indicators of corporate sustainability, which is recognized by scientists and managers as one of the effective methods of strengthening corporate reputation and operational efficiency. Companies are increasingly focusing on managing risks associated with sustainable development to gain competitive advantages. Typically, they set Key performance indicators (KPIs) for planning and evaluating sustainable development and corporate social responsibility. This contributes to the achievement of numerous competitive advantages:

- building brand loyalty;
- attracting more responsible investors;
- reducing costs;
- improving the efficiency of innovation activities, etc.

As a result, all other KPIs of the enterprise improve, especially in the long term. The use of digital analytics allows companies to maximize the efficiency of these processes.

For many enterprises, blockchain technology can play a decisive role in achieving the desired sustainable development KPIs. It is characterized by transparency, reliability of information and speed of its circulation in complex networks, such as typical industrial supply chains. Blockchain technology is able to optimize and improve the disclosure of social and environmental information through automated solutions. Blockchain can also transform business operations by optimizing resource management by reducing waste and costs. Accurate identification and tracking of materials and components throughout the supply chain makes their reuse much more manageable, and also introduces complex recovery procedures. The implementation of blockchain technology in enterprises helps prevent fraud and strengthen trust between stakeholders.

Blockchain technology streamlines the tracking and classification of material and information flows, enhancing the efficiency of collection, recycling, and disposal systems while simultaneously reducing costs and minimizing environmental impact.

The use of blockchain by enterprises contributes to the establishment of a higher level of security. In particular, the level of prevention of counterfeiting is increasing, which is facilitated by the technology's ability to support the creation of extremely secure and reliable digital identification systems.

Therefore, in parallel with the growing awareness of sustainability, the implementation of blockchain technology is becoming a transformative business strategy to improve key sustainability indicators of enterprises.

UKRAINE'S ENERGY SECTOR DURING THE WAR: CHALLENGES AND THE ECONOMICS OF OVERCOMING THEM

Zharova L.[1], Khlobystov I.[2]

[1]University of Economics and Humanities, м.Бельско-Бяла,

[2]National University of "Kyiv-Mohyla Academy", м. Київ

The energy sector of Ukraine represents both the heart and the circulatory system of the country's economic security. This paper explores the key challenges the Russian war against Ukraine poses and the strategic responses to these challenges. Furthermore, it aims to project the potential for mobilizing internal and external resources to overcome current threats and assess Ukrainian society's readiness for such efforts. Since the onset of the full-scale invasion at the end of February 2022, Ukraine has lost approximately 9 GW of generating capacity. This figure equals nearly 50% of the current winter peak consumption. The remaining theoretically intact capacity is approximately 11.435 GW, a substantial portion of which consists of solar power plants that, due to seasonal limitations, cannot produce significant electricity volumes during the winter months. A critical concern is the loss of distribution networks, affecting all occupied territories and every type of power generation facility. From the beginning of the full-scale invasion to early 2025, Ukraine has lost 22.565 GW of generation capacity. If we account for the cumulative losses since March 2014, the total amounts to approximately 40 GW of lost generation.

We identify two principal challenges: the cost of the damage inflicted and the capacity to restore lost generation. The first challenge concerns financial value. Here, we encounter the "capability trap." It is not unrealistic to secure the monetary equivalent of lost capacity – estimated at USD 2.7 billion (according to publicly available data). Our international partners have already provided significant funding – up to 70% of Ukraine's needs – for defense and budgetary support since the beginning of the invasion. Thus, the issue is not financial resources per se. The actual obstacle lies in the technical capacity to restore lost generation. Manufacturing the necessary components for energy infrastructure can take years, and this time factor significantly limits rapid recovery.

The segmentation of Ukraine's energy system into three parts: the partial resumption of electricity exports (up to 1.5 GW, with a technical ceiling of 2 GW), and a decline in consumption due to the suspension or shutdown of industrial enterprises–all these factors suggest that a stable electricity supply can be maintained through the summer. Nevertheless, uncertainty remains: inconsistent commitments from partners regarding air defense systems, the adversary's unwillingness to pursue any genuine de-escalation measures, and the limited reserves available to compensate for lost generation capacity–all these contribute to an environment in which making accurate forecasts becomes highly complex. Yet, it is worth emphasizing that Ukrainian society is significantly better prepared for potential blackouts than at the beginning of the war. Most importantly, the nation continues to demonstrate resilience and unity, which is the cornerstone for overcoming the energy challenges ahead.

MANAGING INNOVATIONS IN ENTERPRISES: STRATEGIES FOR SUSTAINABLE GROWTH

Zhong Xiaoyan, Koptieva H.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Innovation management has become a key determinant of enterprise success in today's rapidly evolving business landscape [1; 2]. As technological advancements accelerate and global competition intensifies, organizations must adopt systematic approaches to fostering, implementing, and sustaining innovation. Effective innovation management enables enterprises to improve productivity, enhance customer value, and maintain long-term competitiveness. A well-structured innovation management system involves several critical components. First, enterprises must cultivate a corporate culture that encourages creativity, experimentation, and collaboration. Employees should be provided with the necessary resources, training, and incentives to contribute innovative ideas. Additionally, leadership plays a crucial role in setting strategic innovation goals and ensuring alignment with the company's overall vision.

Another essential aspect is the integration of digital technologies and data-driven decision-making. The adoption of artificial intelligence, automation, and big data analytics enhances efficiency and enables predictive insights for market trends and consumer preferences. Furthermore, open innovation models–such as partnerships with research institutions, startups, and industry networks–allow enterprises to leverage external expertise and accelerate development cycles.

Risk management is also fundamental to successful innovation [3]. Enterprises must implement structured evaluation processes to assess feasibility, potential challenges, and financial implications. Agile methodologies and iterative testing enable companies to refine innovations while minimizing uncertainties. Moreover, regulatory compliance and ethical considerations must be embedded in the innovation process to ensure sustainability and social responsibility.

In the modern economic environment, enterprises that fail to prioritize innovation risk stagnation and loss of market relevance [4]. By embracing a dynamic and adaptive approach to innovation management, businesses can achieve sustainable growth, drive industry advancements, and strengthen their competitive advantage in an increasingly complex and digitalized world.

References:

1. Коптєва Г., Козуб С. Соціальна відповідальність як сучасний принцип планування розвитку безпечного бізнесу в торгівлі. *European Cooperation*. Том 2. №46. 2020. С. 55 – 74.
2. Коптєва, Г.М. (2023) Корпоративна соціальна відповідальність як інститут розвитку бізнесу. *Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут". Серія: економічні науки,* (6), 34–37.
3. Mironova N., Koptieva H., Liganenko I., Sakun A., Chernyak D. (2022). "Modeling the Selection of Innovative Strategy for Development of Industrial Enterprises," *WSEAS Transactions on Business and Economics*, vol. 19, pp. 278-291, https://wseas.com/journals/articles.php?id=2071.
4. Коптєва Г.М. Теорія та методологія забезпечення економічної безпеки бізнес-процесів торговельного підприємства: монографія. Харків: Вид-во Іванченка І.С., 2020. 254 с.

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ТА МЕТОДИ КОНТРОЛЮ І ОЦІНКИ РЕЗУЛЬТАТІВ ПРОЄКТУ

Абрамова Д.О., Фощій П.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В роботі розглянуто контроль і оцінку результатів проєкту в контексті сучасних підходів та методів. Ефективне управління проєктом неможливе без чітко налагоджених процесів контролю та оцінювання, які забезпечують відповідність виконаних робіт поставленим цілям, строкам і бюджету. У сучасному проєктному менеджменті ці процеси відіграють ключову роль у забезпеченні прозорості, підвищенні ефективності та вчасному реагуванні на відхилення від плану.

Контроль передбачає систематичний моніторинг виконання проєкту на всіх його етапах, виявлення потенційних ризиків та своєчасне прийняття коригувальних рішень. Завдяки використанню цифрових інструментів управління, таких як системи управління проєктами, дашборди та аналітичні платформи, процес контролю стає більш автоматизованим і дозволяє оперативно відстежувати ключові показники ефективності.

Оцінка результатів проєкту спрямована на аналіз досягнутих результатів у порівнянні з запланованими цілями. Сучасні підходи передбачають не лише фінальну оцінку після завершення проєкту, але й використання методів проміжного оцінювання, що дозволяє своєчасно коригувати стратегію реалізації. Широкого застосування набули такі методи, як KPI (ключові показники ефективності), методи бенчмаркінгу, Balanced Scorecard, а також якісні методи оцінки впливу для соціальних та гуманітарних проєктів.

Важливим аспектом сучасної оцінки є орієнтація не лише на кількісні показники, але й на досягнення довгострокового ефекту, стійкість результатів та задоволення потреб стейкхолдерів [1]. Це вимагає комплексного підходу до аналізу, що враховує як внутрішні процеси, так і зовнішній контекст реалізації проєкту. Запровадження інтегрованих систем контролю та оцінки сприяє підвищенню якості управління, зниженню рівня ризиків та створенню основи для подальшого вдосконалення проєктної діяльності. В умовах динамічного середовища ці процеси набувають стратегічного значення, забезпечуючи адаптивність і стабільність реалізації проєктів.

Таким чином, сучасні підходи до контролю і оцінки результатів проєктів базуються на поєднанні цифрових технологій, аналітичних методів та гнучких управлінських рішень, що дозволяє ефективно управляти проєктами в умовах постійних змін і зростаючих вимог до результативності.

Література:

1. Краснокутська Н. С., Фощій П. М. Рейтинг впливу конкурентних стратегій на загальну результативність діяльності підприємств кондитерської промисловості. Причорноморські економічні студії. 2020. Вип. 54. С. 143-150. URL: https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/75510

МОДЕЛІ ФІНАНСУВАННЯ ПРОЄКТІВ З ВИКОРИСТАННЯ ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГІЇ У ТРАНСПОРТНІЙ ГАЛУЗІ: ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ

Арутюнян С.С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Перехід до відновлюваних джерел енергії (далі - ВДЕ) у транспорті є ключовим компонентом політики декарбонізації. Це вимагає залучення значних фінансових ресурсів через інноваційні фінансові моделі, здатні підтримати трансформацію транспортної інфраструктури [1].

Серед найбільш поширених моделей фінансування проєктів ВДЕ на транспорті слід назвати: державне фінансування (прямі субсидії, податкові пільги), державно-приватне партнерство, зелені облігації, грантове фінансування, корпоративні інвестиції та інструменти міжнародних фінансових організацій. Кожна з моделей має специфічні особливості, переваги й обмеження.

Показники для порівняльного аналізу ефективності моделей фінансування включають: вартість капіталу, доступність фінансування, гнучкість умов, ризики для інвесторів і держави, довгостроковий економічний ефект. Наприклад, зелені облігації дозволяють залучити великі обсяги коштів на пільгових умовах, однак вимагають високого рівня прозорості й звітності.

Країни ЄС, США, Китай активно застосовують комбіновані фінансові моделі для розвитку електротранспорту, водневих рішень і біопалива. Важливими є гарантії повернення інвестицій, «зелені» тарифи, пільги для виробників і споживачів енергії з ВДЕ. Цей досвід може бути адаптований в українських реаліях через інституційні реформи та розвиток ринку ESG-інструментів.

Запровадження фінансових механізмів, орієнтованих на ВДЕ, дозволить знизити енергозалежність, зменшити шкідливі викиди та модернізувати інфраструктуру. Зокрема, інтеграція зеленого фінансування в муніципальні транспортні проєкти, створення умов для приватних інвесторів і запровадження ринкових стимулів – критично важливі кроки на цьому шляху.

Розмаїття моделей фінансування відкриває нові можливості для масштабування проєктів з ВДЕ у транспортній галузі. Вибір оптимальної моделі має базуватися на системному аналізі ефективності, специфіки правового поля, економічних умов та інституційної готовності. Для України важливо створити сприятливе середовище для зеленого інвестування через синергію державної політики, бізнес-ініціатив та міжнародної підтримки.

Література:

1. Rabbani, M. R., Kiran, M., & Shaikh, Z. H. (2025). Financing the future: insights into sustainable energy investments through scientific mapping and meta-analysis. *Discover Sustainability*, Vol. 6, No. 34.

ІННОВАЦІЇ В МАРКЕТИНГУ ГОТЕЛЬНО-РЕСТОРАННОГО БІЗНЕСУ

Афанасьєва О.П.
Державний біотехнологічний університет, м. Харків

В сучасних умовах діяльності закладів готельно-ресторанного бізнесу (ГРБ) найбільших результатів досягають саме ті підприємства, які відстежують та впроваджують інноваційні методи у всі напрямки роботи. Особливої уваги приділяють інноваціям у маркетинговій діяльності, адже саме від цього залежить привабливість закладів для потенційних клієнтів, потреби яких постійно слід досліджувати та пропонувати найкращі умови та вигоди, що включають інструменти всього комплексу маркетингу.

Як показав аналіз наукових джерел, інновації в маркетингу закладів ГРБ стосуються наступних основних напрямків.

Цифрова трансформація та технологічні рішення, що передбачають інтеграцію цифрових технологій в діяльність закладів ГРБ, включаючи штучний інтелект, Інтернет речей (IoT) та мобільні платформи, як ключовий чинник, що сприяє персоналізації сервісів та оптимізації операцій. [1]

Персоналізація та унікальний клієнтський досвід, що дозволяють шляхом створення унікальних сервісних рішень, які враховують індивідуальні побажання та очікування споживачів, формувати емоційний зв'язок з брендом і підвищувати лояльність клієнтів. [2]

Соціальні медіа та комунікативні стратегії, що за допомогою створення інтерактивного контенту та партнерства з лідерами думок, дозволяють не лише донести до споживачів унікальність продукту, а й формувати позитивний імідж бренду. [3]

Аналіз даних та адаптивність, що передбачають використання сучасних цифрових інструментів для моніторингу задоволеності клієнтів, забезпечують оперативне коригувати маркетингових стратегій. [4]

Впровадження визначених інновацій в маркетингову діяльність закладів ГРБ дозволять не лише відповідати сучасним вимогам ринку, а й забезпечити можливість оперативного реагування на зміни потреб клієнтів, формувати конкурентні переваги через аналіз даних, створювати унікальний клієнтський досвід, що є основою для стійкого конкурентного розвитку в галузі.

Література:

1. Petrova A. Digital Transformation in Hospitality Marketing. *Journal of Tourism and Hospitality Management,* 2021, 12(3), 45–59.

2. Smith, J. et al. Innovative Marketing Strategies in Hospitality. *International Journal of Hospitality Management*, 2022, 30(2), 112–128.

3. Гончарова О. Нові горизонти маркетингу у готельно-ресторанному бізнесі. *Туризм і Готельний Бізнес*, 7(1), 2023, 14–28.

4. Ковальчук М. Інноваційні інструменти маркетингу в готельно-ресторанному бізнесі. *Економіка та Туризм*, 2022, 15(2), 67–82.

ВИЯВЛЕННЯ ПРОБЛЕМ ТА ПЕРЕШКОД У ФІНАНСОВОМУ ЗАБЕЗПЕЧЕННІ РЕФОРМУВАННЯ АДМІНІСТРАТИВНО-ТЕРИТОРІАЛЬНОГО УСТРОЮ

Багаченко О.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Дослідження проблем у фінансовому забезпеченні реформування адміністративно-територіального устрою є надзвичайно актуальним завданням, оскільки успішність та ефективність реформи значною мірою залежить від наявності достатніх фінансових ресурсів та механізмів їх розподілу. Одним з ключових викликів у цьому контексті є забезпечення фінансової спроможності новостворених територіальних громад, які отримують розширені повноваження та відповідальність у результаті децентралізації. Нерівномірність економічного розвитку територій, відмінності у їх податковому потенціалі та інвестиційній привабливості зумовлюють значні диспропорції у фінансових можливостях громад, що може призвести до поглиблення регіональних диспаритетів та ускладнити досягнення цілей реформи. Іншою проблемою є недостатність власних доходів місцевих бюджетів для фінансування повноважень, переданих на місцевий рівень, що посилює їх залежність від міжбюджетних трансфертів та обмежує фінансову автономію. Крім того, реформування адміністративно-територіального устрою потребує значних початкових інвестицій у розбудову інфраструктури, створення інституційних механізмів управління, навчання та перекваліфікацію кадрів, що створює додаткове навантаження на державний та місцеві бюджети. Недосконаліть системи міжбюджетних відносин, зокрема механізмів вирівнювання фінансової спроможності територій, недостатня прозорість та об'єктивність розподілу субвенцій і дотацій також створюють перешкоди для ефективного фінансового забезпечення реформи. Значні виклики пов'язані з необхідністю оптимізації мережі бюджетних установ у процесі формування нового адміністративно-територіального устрою, що може викликати соціальну напругу та опір з боку місцевих громад. Недостатня активність громадськості у бюджетному процесі, відсутність дієвих механізмів контролю за використанням бюджетних коштів з боку громадянського суспільства теж є факторами, які негативно впливають на фінансове забезпечення реформи. Для подолання цих проблем та перешкод необхідно вдосконалити систему міжбюджетних відносин, забезпечивши її більшу справедливість, прозорість та ефективність. Запровадження середньострокового бюджетного планування, програмно-цільових методів управління фінансами, посилення громадського контролю за бюджетним процесом також сприятиме підвищенню ефективності фінансового забезпечення реформи. Загалом, вирішення проблем та подолання перешкод у фінансовому забезпеченні реформування адміністративно-територіального устрою потребує комплексного та системного підходу, який би враховував інтереси всіх зацікавлених сторін та базувався на принципах субсидіарності, фінансової самодостатності та стимулювання місцевого розвитку.

РИЗИКООРІЄНТОВАНІСТЬ ЯК ДЕТЕРМІНАНТА ВІДПОВІДНОЇ МОДЕЛІ МЕХАНІЗМУ ВНУТРІШНЬОГО КОНТРОЛЮ В КОРПОРАЦІЇ

Безносенко В.В., Єршова Н.Ю.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Широке коло проблем, пов'язаних з формуванням ефективного механізму внутрішнього контролю для забезпечення фінансової безпеки корпорації, управлінням ризиками – факторами, які мають вирішальну роль у забезпеченні прийняття фінансових рішень в управлінні корпораціями розглянуті в наукових роботах вітчизняних та зарубіжних учених [1-3]. І це означає наявність перспективи для вирішення таких проблем [4]. За результатами нашого дослідження та на основі розробок [5-6] ризикоорієнтованість сприяє посиленню самої системи внутрішнього контролю (ВК) а також є необхідною умовою належного управління корпорацією. Нами доведено, що уникнення невизначеності через оцінку стабільності та зниження ризику також є умовою механізму внутрішнього контролю. Для цього важливо: 1) приділяти увагу формуванню корпоративної культури, 2) забезпечувати інноваційність методів контролю, 3) підвищувати досвід і знання внутрішніх аудиторів. Нами сформована аналітична складова механізму, проактивність якої забезпечують принципи, серед яких принцип оновлення інформаційної основи ВК, функціональної ролі внутрішнього аудитора, аналітичні форми внутрішніх звітів. Далі, наші дослідження спрямовані у бік створення аналітичних карт ВК, що дасть допомогу при складанні звіту з ВК. Практична значущість результатів цього дослідження визначена 1) аналізом факторів, які можуть спричинити слабкість внутрішнього контролю з різних точок зору, 2) застосуванням надійних засобів внутрішнього контролю.

Література:

1. Єршова Н., Грінько А. Обліково-аналітичне забезпечення прийняття фінансових рішень при управлінні платоспроможністю підприємства. Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут"(економічні науки).2023. No(2). С.23–30..

2. Гаркуша В. О., Єршова Н. Ю. Управлінські інновації в системі забезпечення економічної безпеки промислового підприємства. *Енергозбереження. Енергетика. Енергоаудит*. 2020. № 11-12(153-154).

3. Єршова Н. Ю. Методологія управління підприємством та її вплив на облікову парадигму. *Глобальні та національні проблеми економіки.* 2015. №3. 853-858.

4. Єршова Н. Ю. Методичний підхід до аналізу платоспроможності для прогнозування розвитку бізнес-структур. *Обліково-аналітичне забезпечення інноваційної трансформації економіки України* : м-ли XII Всеукр. наук.-практ. конф. (31 травня – 1 червня 2018 р.). Одеса: ОНПУ, 2018. С. 128–130

5. Єршова Н.Ю. Внутрішній контроль: принципи та структура в координатах системи управління підприємством. Вісник ДДФА. Економічні науки. 2013. № 2. С. 194-200.

6. Єршова Н. Ю. Напрями удосконалення підходів та методів аналізу діяльності в системі управлінських рішень суб'єктів господарювання. URL: http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPIPress/58206/1/Yershova_Napriamy_2020.pdf (дата звернення 22.01.2025).

ДОСЛІДЖЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ

Бердос М.П., Косенко А.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасному світі розвиток технологій все частіше асоціюється з появою нових форм інтелектуальності. Поняття «інтелектуальні технології» ключове у сфері штучного інтелекту, робототехніки, обробки даних і автоматизації прийняття рішень. Метою доповіді є аналіз природи інтелектуальності технології, визначення її ознак та впливу на суспільство. Інтелектуальністю технології вважається здатність технічних систем здійснювати функції, які традиційно пов'язують із людським інтелектом: навчання, розпізнавання, прийняття рішень, планування, адаптація до змін середовища. Це не лише алгоритмічна обробка інформації, а й елементи самонавчання та логічного аналізу.

Сучасні технології класифікують за рівнем інтелектуальності: низький рівень – автоматизовані системи, які виконують заздалегідь визначені дії; середній рівень – системи з елементами адаптації (наприклад, рекомендовані алгоритми); високий рівень – системи зі штучним інтелектом, здатні до самостійного навчання та прийняття нових рішень (наприклад, ChatGPT, автономні транспортні засоби). Основні компоненти таких систем включають: збір даних – сенсори, інтернет речей (IoT), обробка даних – алгоритми машинного навчання, моделювання знань – бази знань, нейронні мережі, інтерфейси взаємодії – голосові помічники, чат-боти. Інтелектуальні системи активно використовуються в охороні здоров'я – діагностика, персоналізована медицина, освіті – адаптивне навчання, віртуальні репетитори, промисловості – роботизоване виробництво, транспорті – автономні авто, смарт-трафік.

Поширення інтелектуальних технологій породжує низку питань: втрата робочих місць, безпека даних, прозорість алгоритмів, відповідальність за дії штучного інтелекту. Інтелектуальність технологій є новим етапом у розвитку людської цивілізації. Вона змінює підходи до управління, освіти, охорони здоров'я та взаємодії між людьми й машинами. Водночас потрібні чіткі етичні та правові рамки, щоб забезпечити безпечне й ефективне використання таких технологій у майбутньому.

Література:

1. Кулаєць М.М. Удосконалення інноваційної підприємницької діяльності/ М.М. Кулаєць, М.Ф. Бабієнко, П.А. Лайко, П.М. Музика, О.Д. Витвицька, Є.А. Бузовський, В.А. Скрипниченко, М.М. Лучник// Економіка АПК. 2009. №5. С.76-87

2. Витвицька О. Д. Формування стратегії інноваційного розвитку аграрних підприємств. Економіка АПК. 2011. С.132-138

3. Кваша С. М. Механізм підтримки сільськогосподарського виробництва та шляхи його удосконалення : моногр. / С.М. Кваша, О.Д.Витвицька, К.В.Наконечна. К.: ННЦ ІАЕ, 2009. 200 с.

4. Лайко П. А. Фактори підвищення рівня продовольчої безпеки / П. А. Лайко, М. Ф. Бабієнко, Т. Д. Іщенко // Економіка АПК. – 2006. – № 8. – С. 20–28

5. Бузовський Є.А., Витвицька О.Д., Скрипниченко В.А. Нетрадиційні джерела енергії - вимоги часу. Науковий вісник НУБіПУ, 2008. Вип. 119. С. 289-294.

ЕФЕКТИВНІСТЬ КРИПТОВАЛЮТИ ТА ЇЇ ЕКОНОМІЧНА ЦІННІСТЬ

Бєлєніхін Д.Ю., Дяченко Т.А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

З моменту появи в 2009 році першої криптовалюти під назвою «Bitcoin», криптовалюта пройшла довгий шлях від експерименту до глобального економічного явища. Наразі електронні гроші стали популярними і обговорюються не тільки в криптографічних та інформаційних колах, але й в економічному середовищі [1]. Питання ефективності криптовалют та їх економічної цінності стали одними із центральних у сучасному фінансовому порядку. Поки одні вважають, що вона нестабільна та її курс може різко змінюватись, інші, навпаки, кажуть, що за нею майбутнє.

Однією з головних переваг криптовалют є їхня децентралізація, коли їх контролюють не центральні банки, а безпосередньо мережі користувачів. Більшість криптовалют функціонують на основі блокчейн-технологій [2], що дозволяє користувачам здійснювати транзакції без посередників. Це скорочує витрати, прискорює міжнародні перекази коштів і робить фінансову систему більш доступною для всіх. Головна особливість блокчейну в тому, що база даних не зберігається на одному сервері, як у банку, а розподілена по тисячах комп'ютерів по всьому світу. Це майже унеможливлює підробку даних. Однак, незважаючи на технологічні переваги, ефективність криптовалют як повсякденного засобу платежу залишається обмеженою. Нестабільність курсу та високе навантаження на мережі роблять їх не настільки зручними у використанні, як традиційні гроші. Зараз більшість людей сприймають криптовалюту швидше як інвестиційний актив, ніж повноцінну валюту та не дуже довіряють їй через великі ризики. Економічна цінність будь-якої валюти залежить від ступеня довіри до неї, рівня попиту та широти застосування. Незважаючи на відсутність фізичного забезпечення, криптовалюти мають цінність завдяки обмеженості пропозиції (у біткойна — тираж в 21 млн монет) [3], а також вірі користувачів у їхнє практичне застосування в майбутньому. Таким чином, ефективність криптовалюти — дуже відносне поняття, тому що, з одного боку, вони відкривають нові можливості у фінансових технологіях, пропонуючи швидкі, безпечні та незалежні транзакції, а з іншого боку, поки що залишаються обмеженими в практичному застосуванні як універсальний засіб платежу. Їхня економічна цінність криється не лише в обмеженій пропозиції, а й у зацікавленості до них мільйонів людей по всьому світу.

Література:

1. Білик І.І., Погиба А.А. Роль криптовалют в економіці: переваги та недоліки. *Актуальні проблеми розвитку економіки регіону*. 2023. №19 (2). С.113–119.

2. Що таке криптовалюта та як вона працює? 2023. *Binance Academy.* URL: https://academy.binance.com/uk-UA/articles/what-is-a-cryptocurrency

3. Нечет Т. О. У світі вже видобули понад 90% біткоїнів. Що станеться, коли отримають всі монети? 2022. *mc.today.* URL:https://mc.today/uk/u-sviti-vzhe-vidobuli-ponad-90-bitkoyiniv-shho-stanetsya-koli-otrimayut-vsi-moneti/

АКТУАЛЬНІ ВИКЛИКИ ТА ТРАНСФОРМАЦІЙНІ ТЕНДЕНЦІЇ МЕНЕДЖМЕНТУ В УКРАЇНІ

Бєлоброва А.О., Кармінська-Бєлоброва М.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сутність актуальності тематики полягає в тому, що XXI століття ознаменоване глобальними перетвореннями під впливом цифрових технологій, інтенсивного поширення знань, новітніх форм конкуренції, а також підвищеної уваги до людського фактору в організаційних процесах. Менеджмент не лишається осторонь цих змін. Сьогодні триває активний пошук найбільш ефективних моделей і управлінських підходів, які б сприяли прибутковості компаній, враховуючи доступні ресурси – людські, фінансові та матеріальні – у контексті внутрішньої структури підприємства.

Сучасний розвиток управлінських практик вимагає від фахівців нових знань, навичок і особистісних якостей. Це означає, що на ринку праці зростає потреба в управлінцях високого професійного рівня, здатних до критичного мислення, стратегічного планування та гнучкого реагування на виклики часу.

Менеджмент сьогодні сприймається як цілісна система, яка повинна забезпечувати адаптивність бізнесу до стрімких змін у зовнішньому середовищі, максимально орієнтуючись на запити та очікування споживачів.

Відмінною рисою нинішньої епохи є посилення гуманістичних орієнтирів у суспільстві. У сфері управління це відображається у впровадженні концепцій, за якими не працівник служить виробництву, а виробничі процеси мають слугувати підвищенню добробуту людини.

Поступово фокус менеджменту зміщується від технічних параметрів до аналізу поведінкових чинників, які дедалі більше впливають на ефективність управління. Таким чином, класичні підходи до менеджменту доповнюються психологічними та соціальними аспектами людської взаємодії [1].

Актуальними напрямами трансформації менеджменту є: глобалізація управлінських практик; поєднання інтересів бізнесу, соціуму та окремої особистості; впровадження гуманістичних підходів до управління; розвиток технократичної складової управлінської діяльності.

У підсумку, стратегічне вдосконалення системи управління слід розглядати як інструмент масштабної модернізації, спрямований на розвиток ефективної системи менеджменту в межах підприємства та його підрозділів. Це необхідно для досягнення якісних управлінських рішень у межах раціонального й системного підходу до господарської діяльності.

Література:

1. Шматько Н. Структура та складові механізму організаційного розвитку підприємства//Actual Problems in Economics//Kiev., Изд. 211, (2019): 64-71. Режим доступу: https://www.proquest.com/scholarly- journals/структура-та-складові-механізму-організаційного/docview/2405904704/se-2

СУЧАСНІ МЕТОДИ УПРАВЛІННЯ РОЗВИТКОМ ПЕРСОНАЛУ

Бєлянінова А. І., Кармінська-Бєлоброва М.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Ефективне управління розвитком персоналу прямо впливає на конкурентоспроможність і стійкість організацій в умовах сучасного бізнес-середовища. Впровадження інноваційних методів навчання сприяє підвищенню продуктивності працівників, посиленню їхньої залученості та лояльності до організації. Сучасними методами з найвищою ефективністю є деякі з наступних.

Мікронавчання – короткотривалі навчальні модулі (3-10 хв.).Суть методу полягає у фрагментації навчального контенту на невеликі, тематично завершені блоки, які можна засвоювати між основними робочими завданнями. За формою – це дистанційний метод індивідуального навчання, що може застосовуватись без відриву від робочого місця та не потребує значних витрат на впровадження [1]. Персоналізоване адаптивне навчання використовує алгоритми штучного інтелекту для створення динамічних навчальних програм, що автоматично адаптуються до темпу, рівня компетентності та стилю сприйняття інформації конкретного працівника. Метод передбачає безперервний аналіз успішності та коригування складності навчальних матеріалів, що забезпечує оптимальний рівень засвоєння знань. Належить до високовитратних дистанційних методів з можливістю реалізації як на робочому місці, так і поза ним, та має комплексне цільове спрямування [2]. Соціальне навчання базується на принципі, що 70% професійних знань здобуваються через взаємодію з колегами та спостереження. Методика передбачає створення внутрішніх професійних спільнот, платформ для обміну знаннями та колаборaційних проектів. Даний метод є груповим, класифікується як середньовитратний метод, що може реалізовуватися як на робочому місці, так і поза ним, та має переважно адаптаційне й мотиваційне спрямування [1].

Ситуативне або комплексне впровадження зазначених методів з урахуванням організаційної специфіки та стратегічних цілей сприяє побудові ефективної системи розвитку персоналу. Інвестиції у людський капітал через поєднання традиційних та інноваційних підходів не лише підвищують продуктивність, але й забезпечують сталий організаційний розвиток в умовах трансформаційних змін сучасного бізнес-середовища.

Література:

1 Noe R. A., Clarke A. D. M., Klein H. J. Learning in the Twenty-First-Century Workplace. *Annual Review of Organizational Psychology and Organizational Behavior*. 2014. Vol. 1, no. 1. P. 245–275.

2 Impact of AI on continuous learning and skill development in the workplace: A comparative study with traditional methods / Samuel Omokhafe Yusuf et al. *World Journal of Advanced Research and Reviews*. 2024. Vol. 23, no. 2. P. 1129–1140.

ВПЛИВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ НА КОМУНІКАТИВНУ ПОВЕДІНКУ

Бистров В. С., Галушко О. І.
Український державний університет науки і технологій, ННІ ПДАБА, м. Дніпро

Дослідження впливу штучного інтелекту (ШІ) на комунікативну поведінку людей має значення для маркетингу, управління персоналом та інших складових підприємницької діяльності. Кожен етап технологічної революції (поява письменності, друку, відеозапису, Інтернет) призводив до радикальної трансформації комунікативної парадигми. Технологічний прогрес останніх десятиріч і поява ШІ призвів до значної цифрової трансформації суспільства та почав впливати на моделі спілкування та взаємодії між людьми [1-3].

ШІ змінює спосіб створення, передачі та інтерпретації інформації в різних контекстах. По-перше, підвищує ефективність спілкування за допомогою технологій обробки природної мови (NLP), забезпечуючи переклад мови в режимі реального часу, транскрибацію та аналіз емоцій. По-друге, чат-боти та віртуальні помічники автоматизують звичайні взаємодії, надаючи миттєві точні відповіді та, таким чином, покращують взаємодію з клієнтами, швидкість та якість обслуговування. Крім того, інструменти ШІ можуть аналізують наміри користувачів, виявляти нюанси в тоні та настрої, сприяючи більш чуйному та адаптивному спілкуванню. Тобто сучасні генеративні моделі ШІ стають не тільки інструментом, але й активним учасником комунікативного процесу, що змінює звичний для людини комунікативний процес. Незважаючи на чисельні переваги та зручності, це призводить до певних проблем, зокрема до деперсоналізації спілкування, надмірної залежності від ШІ, зменшення людської чуйності та емпатії. Також постають етичні питання, пов'язані з конфіденційністю даних і маніпулятивними можливостями ШІ. Сучасні моделі ШІ вже здатні виробляти переконливий штучний контент, який буває важко відрізнити від створеного людиною, що ставить питання автентифікації в онлайн-комунікаціях. Тісний зв'язок з ШІ і використання його з ранніх років впливатиме на когнітивні здібності людей і може призвести до інтелектуальної і комунікаційної деградації, до атрофії певних комунікативних навичок у людей. Подальший розвиток ШІ має супроводжуватися відповідними дослідженнями його впливу, регулюванням та критичним розумінням його наслідків для суспільства.

Література:

1. Galushko O., Batmanghlich C. Ethical and practical aspects of using the artificial intelligence in the educational process. *Scientific journal "Philosophy, Economics and Law Review".* 2023. 3 (2). Pp. 47-52. DOI: https://doi.org/10.31733/2786-491X-2023-2-47-52.

2. Галушко О. І., Задорнова В. В., Пилипенко К. В. Вплив штучного інтелекту на емоційний інтелект людини. XVI International scientific and practical conference "New ways of improving outdated methods and technologies" (December 17- 20, 2024) Copenhagen, Denmark. International Science Group. 2024. P. 284-290. URL: https://isg-konf.com/uk/new-ways-of-improving-outdated-methods-and-technologies/

3. Парфенюк І. Вплив технологій штучного інтелекту на міжособистісні комунікації: сучасність і майбутнє. *Питання культурології.* 2025. № 45. С. 150-163.

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В РОЗРОБЛЕННІ ДИЗАЙНУ УПАКОВКИ ТОВАРУ: МОЖЛИВОСТІ ТА РИЗИКИ

Біловодська О.А., Довгань Б.О.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ

Упаковка відіграє важливу роль у формуванні першого враження про продукт, впливає на рішення споживачів, а також повинна відповідати екологічним стандартам. У відповідь на зростаючі вимоги до дизайну упаковки все більше компаній інтегрують штучний інтелект (ШІ) у свої робочі процеси [1]. Можливостями застосування ШІ в дизайні упаковки є: 1) здатність обробляти великі обсяги даних про поведінку та вподобання споживачів, що дозволяє створювати дизайн, який резонує з цільовою аудиторією; 2) автоматичне генерування варіантів дизайну, оптимізуючи час та ресурси, необхідні для розробки упаковки; 3) підбір оптимальних колірних схем, шрифтів та композицій, що сприяє створенню привабливого та ефективного дизайну; 4) швидкість створення індивідуальних проєктів, адаптованих під специфічні вимоги бренду або продукту [2].

Генеративний ШІ здатен створювати різні види контенту, що підвищує ефективність маркетингових стратегій, знижує витрати та скорочує час на розробку креативів. Проте, разом із перевагами, застосування генеративного ШІ породжує низку ризиків, які потребують аналізу та управління.

Першим із ключових ризиків є втрата автентичності бренду. Надмірна стандартизація контенту, створеного ШІ, може призвести до втрати унікальності та впливати на сприйняття бренду споживачами. Для мінімізації цього ризику можна використовувати перевірку та редагування матеріалів людьми, впроваджувати чіткі бренд-гайдлайни, які зберігають унікальні риси компанії, а також комбінувати автоматизований контент із матеріалами, створеними людьми. Другий ризик стосується поширення некоректної або шкідливої інформації. Генеративний ШІ може створювати упаковки із помилками, упередженнями або навіть небезпечним змістом, що може зашкодити репутації компанії. Рішенням є впровадження систем перевірки фактів, дотримання етичних принципів під час створення контенту, навчання команди з управління ризиками, а також регулярний моніторинг усіх матеріалів перед випуском [3].

Література:

1. IBM watsonx.ai. *IBM - United States*. URL: https://www.ibm.com/products/watsonx-ai (date of access: 17.12.2024).

2. Штучний інтелект у верстці: автоматизація дизайну каталогів. URL: https://huss.com.ua/shtuchniy-intelekt-u-verstci-avtomatizaciya-dizaynu-katalogiv/?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 20.12.2024).

3. Deeb G. Artificial Intelligence Is Taking Over Marketing. URL: https://www.forbes.com/sites/georgedeeb/2023/09/06/artificial-intelligence-is-taking-over-marketing/?sh=64281a6a5588 (дата звернення: 18.12.2024).

СТАНОВЛЕННЯ ТА РОЗВИТОК ДОРОЖНЬОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ УКРАЇНИ: ЕКОНОМІКО-ІСТОРИЧНІ, МІЖНАРОДНІ ТА ОРГАНІЗАЦІЙНІ ПЕРЕДУМОВИ

Білоцерківець В.В., Кошевий М. В.

Український державний університет науки і технологій, Навчально-науковий інститут «Дніпровський металургійний інститут», м. Дніпро

Ключовим фактором, що детермінував економічних розвиток земель, на яких у подальшому відбулось формування української державності, стало їх географічне розташування. Відсутність гірських масивів, густих лісів, потужних перешкод меридіонального розміщення відкривало перед стародавніми насельниками українських теренів широкі можливості для вільного пересування степовими просторами. Більшість культур, що одна за одною змінювались у Північному Причорномор'ї (у широкому розумінні), демонстрували відданість кочовому способу господарювання (за виключенням, можливо, окремих вихідців з Анатолії) , їх представники протягом свого життя пересувались на сотні та тисячі кілометрів. Тим самим культурним надбанням були забезпечені передумови швидкої експансії степовими просторами, а на величезних територіях формувались культурно гомогенні спільноти.

Дорожньою інфраструктурою тих часів слугували степові шляхи, протоптані рухом племен, караванів, табунів, отар, що тисячоліттями переміщались зі сходу на захід та навпаки. Цією інфраструктурою скористались індоєвропейські кочовики, що зародившись (за М. Гімбатус) на землях степової України, поширились на величезних територіях, відігравши ключову роль у формуванні сучасної цивілізації.

І саме такими, вибитими копитами худоби, шляхами відбувалось транспортування товарів із Азії до Європи. Слід зазначити, що коридор у широтному напряму хоча й мав колосальну протяжність, охоплюючи дистанції у багато тисяч кілометрів, від Алтаю до Паноніі, але товари, що могли бути запропоновані виробниками, розташованими вздовж його вісі, мали досить однорідний характер. Останнє визначалось відносною гомогенністю культури, схожими географічно-кліматичними умовами, технологіями та виробничими можливостями. Більшою диференціацію користувалась продукція, виробництво якої здійснювалось у осередках, розміщених ортогонально до основного дорожнього коридору.

Тож у степах формуються й коротші, але не менш важливі транспортні шляхи за вектором «Північ-Південь». Їх чисельність сприяла субститутності, але, водночас, не детермінувала відсутність унікальної атрибуції. Організація логістичних ланцюжків у міжнародних перевезеннях товарів у меридіональному напряму вимагала врахування поточної ситуації в українських степах, розбудови альтернативних маршрутів. На півночі та півдні транспортної інфраструктури (якою слугували вже не тільки биті шляхи, але й річки та моря) формувались торгові факторії, що відгравали роль важливих пунктів організації акумуляції, складування та постачання товарів в умовах становлення, спочатку фрагментарно, системи міжнародної торгівлі.

ПОРІВНЯННЯ ПІДХОДІВ ДО ОЦІНКИ ЦИФРОВІЗАЦІЇ КРАЇН ТА ВИЗНАЧЕННЯ МІСЦЯ УКРАЇНИ У СВІТОВИХ РЕЙТИНГАХ

Білоцерківський О.Б.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Цифровізація відіграє ключову роль у стимулюванні інноваційного розвитку країни, оскільки вона ґрунтується на інформаційно-комунікаційних технологіях (ІКТ), які сприяють досягненню економічних, соціальних та інших позитивних результатів шляхом інтеграції в економічні системи різних рівнів [1]. У зв'язку з цим актуальним є дослідження підходів до оцінювання рівня цифровізації країн і визначення місця України у світових рейтингах.

Для аналізу рівня цифровізації держав доцільно використовувати такі показники: 1) індекс мережевої готовності (Networked Readiness Index, NRI); 2) індекс розвитку електронного уряду (e-Government Readiness Index, EGDI); 3) індекс розвитку ІКТ (ICT Development Index, IDI); 4) рейтинг цифрової конкурентоспроможності країн (IMD World Digital Competitiveness Index). Порівняння цих показників свідчить, що найбільш надійним за прозорістю та методикою розрахунку є індекс розвитку ІКТ. Він охоплює 176 країн і ґрунтується на обмеженій кількості показників, що дозволяє оперативно здійснювати розрахунки. Проте цей індекс має і певні недоліки: деякі з його компонентів, зокрема кількість абонентів фіксованого телефонного зв'язку, є застарілими і не відповідають сучасному рівню ІКТ-розвитку. Крім того, IDI є досить статичним показником і не враховує запити бізнесу та населення, фокусуючись переважно на інфраструктурних аспектах. Індекс електронного уряду має специфічну структуру, оскільки значною мірою ґрунтується на двох інших індексах – розвитку ІКТ і людського капіталу. У свою чергу, індекси цифрової конкурентоспроможності та мережевої готовності частково ґрунтуються на експертних і громадських опитуваннях, що додає суб'єктивності, проте забезпечує цінний зворотний зв'язок для урядів, стимулюючи вдосконалення цифрових стратегій. Недоліком рейтингу цифрової конкурентоспроможності є його обмежене географічне охоплення – лише 63 країни. Загалом, складність розрахунку таких індексів через велику кількість показників та необхідність проведення опитувань впливає на частоту оновлення даних. Щодо світових рейтингів цифровізації економіки за 2024 рік, то позиція України залежить від обраного індексу. Зокрема, країна демонструє вищі за середні показники в індексі мережевої готовності, займаючи 43-тє місце серед 133-х країн, а також в індексі розвитку електронного уряду, де посідає 17-ту сходинку серед 43-х країн. Водночас, за індексом розвитку ІКТ Україна розташована на 159-му місці зі 170.

Література:

1. Білоцерківський О. Б. Фактори впливу на цифрову трансформацію України. *Стійкість та розвиток : публічне управління та інновації* : Міжнародний форум, м. Львів, 5 берез. 2025 р. Львів, 2025. С. 14-17.

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В УПРАВЛІННІ ПІДПРИЄМНИЦЬКОЮ ДІЯЛЬНІСТЮ

Білоцерківський О.Б., Дежкін Д.А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сучасний етап розвитку економіки неможливо уявити без активного впровадження інформаційних технологій у всі сфери бізнесу. Вони стали ключовим елементом управління підприємством, забезпечуючи ефективну організацію бізнес-процесів, автоматизацію операційної діяльності, вдосконалення системи прийняття рішень і підвищення конкурентоспроможності. Актуальність обраної теми пояснюється тим, що без IT-рішень не може ефективно функціонувати жодне підприємство. ERP-системи, CRM-платформи, хмарні технології, інструменти аналітики, а також штучний інтелект сьогодні активно застосовуються для автоматизації бізнесу, обробки великих обсягів даних і стратегічного управління.

Результати дослідження свідчать, що інформаційні технології є важливим інструментом підвищення ефективності підприємницької діяльності, оскільки їх системне впровадження сприяє підвищенню гнучкості бізнесу, зниженню витрат, покращенню контролю над процесами, швидшому прийняттю рішень та ефективному стратегічному плануванню. Тому навіть часткове впровадження цифрових рішень на підприємстві вже дає позитивні результати, а комплексна цифровізація управління є запорукою довгострокового успіху в умовах глобальної конкуренції.

Таким чином, успішне управління підприємством у цифрову епоху неможливе без постійної адаптації до нових технологічних змін. Саме тому впровадження IT-рішень має стати не разовим заходом, а безперервним процесом трансформації бізнесу, адже лише в такий спосіб компанія зможе залишатися конкурентною, гнучкою та стійкою до викликів майбутнього.

Література:

1. Анісімов А.В., Кулябко П.П. Інформаційні системи та бази даних: навч. посіб. Київ, 2017. 110 с.

2. Антоненко В.М., Мамченко С.Д., Рогушина Ю.В. Сучасні інформаційні системи і технології: управління знаннями: навч. посіб. Ірпінь: Нац. університет ДПС України, 2016. 212 с.

3. Білоцерківський О.Б. Інформаційні системи в менеджменті: навч.- метод. посіб. Харків: НТУ «ХПІ», 2008. 84 с.

4. Боженко О.М. Інформаційне забезпечення управління потенціалом підприємства. *Наукові записки*. 2016. №2. С. 189–197.

5. Будько О.В. Інформаційне забезпечення в системі управління сталим розвитком підприємства. *Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія: Економіка і управління*. 2019. №3. Т.30. С. 171–175.

РЕЙТИНГ УКРАЇНИ У ГЛОБАЛЬНОМУ ІННОВАЦІЙНОМУ ІНДЕКСІ

Білоцерківський О.Б., Іванко О.Є.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Інноваційний розвиток є одним із ключових факторів економічного зростання та конкурентоспроможності держав у сучасному світі. Одним із найавторитетніших індексів є Глобальний індекс інновацій (Global Innovation Index, GII), який щорічно публікує Всесвітня організація інтелектуальної власності (WIPO) [1].

На основі даних з GII, Україна продовжує демонструвати нестабільну динаміку у сфері інноваційного розвитку. У 2024 році наша держава посіла 60 місце у загальному рейтингу інновацій серед країн світу, що є найнижчим показником за останні п'ять років (у 2020 році - 45 місце). При цьому особливу увагу привертає дисбаланс між рівнем інноваційних ресурсів (inputs) і результатів (outputs): Україна перебуває на 78-му місці за інноваційними ресурсами, але на 54-му - за результатами, що свідчить про певну ефективність використання наявних можливостей навіть за обмежених умов.

Аналіз детальних показників свідчить про серйозне зниження інвестицій у наукові дослідження і розробки (R&D): у 2022-2023 роках падіння склало 38,5 %, а в довгостроковій перспективі (2012-2022) - 11,6 %. Водночас спостерігається зростання активності у сфері венчурного капіталу: кількість угод зросла на 66,7 %, а їхня вартість - на вражаючі 750,6 %. Це демонструє інтерес до українських інноваційних проєктів з боку приватного сектору, попри складну економічну і політичну ситуацію. Також позитивною динамікою відзначаються міжнародні патентні заявки (+3,4 % за 2022-2023), що є ознакою активізації науково-технічної творчості.

У галузі соціально-економічного впливу позитивною новиною є зростання продуктивності праці на 4,1 % у 2022–2023 роках, тоді як тривалість життя знизилась на 1,5 %, що може бути наслідком війни та її впливу на нашу державу.

Загалом, Україна зберігає потенціал у сфері інновацій, незважаючи на обмежені ресурси та зовнішні виклики. Однак для покращення позицій у світових рейтингах необхідне послідовне державне стимулювання R&D, розвиток інноваційної інфраструктури, модернізація системи освіти та ширше впровадження сучасних технологій. Тому інноваційний прорив можливий лише за умови комплексного підходу до розвитку науки, підприємництва та міжнародного співробітництва.

Література:

1. World Intellectual Property Organization. Global Innovation Index 2024. Режим доступу: https://www.wipo.int/gii-ranking/en/ukraine

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФІНАНСОВОЇ СТІЙКОСТІ СУБ'ЄКТА ПІДПРИЄМНИЦЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Білоцерківський О.Б., Коржавін М.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Глобалізація економіки та затяжна світова фінансова криза зумовлюють зростання вимог до здійснення фінансового аналізу всіх господарюючих суб'єктів. Одним із ключових елементів такого аналізу є вивчення та оцінювання фінансової стійкості підприємства. Фінансова стійкість виступає важливим фактором забезпечення життєздатності, сталого розвитку та високої конкурентоспроможності підприємства. Вона відображає ефективність фінансової, інвестиційної та операційної діяльності, а також надає цінну інформацію для інвесторів, постачальників і власників. Це обумовлює актуальність проведення цього дослідження.

Аналіз різних підходів до трактування поняття «фінансова стійкість» свідчить про можливість її інтерпретації як у вузькому, так і в широкому значеннях [1-3]. У вузькому значенні її ототожнюють з показником фінансового стану, що характеризує здатність підприємства погашати свої зобов'язання, тобто його платоспроможність. У широкому значенні фінансова стійкість охоплює ефективне формування та використання фінансових ресурсів, оптимальну структуру активів і досягнення задовільних результатів діяльності. У цьому дослідженні фінансова стійкість підприємства розглядається як такий стан підприємства, при якому воно має достатній рівень власного капіталу в загальній структурі джерел фінансування. Це означає здатність підприємства стабільно працювати, розвиватися та зберігати баланс між активами та пасивами в умовах змін зовнішнього та внутрішнього середовища.

Для забезпечення фінансової стійкості суб'єкта підприємницької діяльності пропонується використання таких заходів [3]: 1) формування резервів, що дозволить збільшити частку власного капіталу та обсяг власних обігових коштів; 2) зменшення обсягів надмірної дебіторської заборгованості, що сприятиме підвищенню рівня грошових коштів, прискоренню обіговості активів і зростанню забезпеченості підприємства обіговими коштами; 3) оптимізація витрат, яка підвищить ефективність діяльності та дозволить збільшити власний капітал; 4) оптимізація обсягів запасів із метою вивільнення коштів, прискорення обороту активів та можливості здійснення додаткових інвестицій.

Література:

1. Лахтіонова Л. А. Аналіз фінансової стійкості суб'єктів підприємницької діяльності : монографія. Київ : Знання України, 2013. 1091 с.

2. Селіверстова Л.С., Скрипник О.В. Фінансовий аналіз : навч.-метод. посіб. Київ : Центр учбової літератури, 2021. 274 с.

3. Косова Т.Д. Фінансовий аналіз : навч. посіб. Київ : Центр учбової літератури, 2022. 440 с.

СУТНІСТЬ ТА ЗНАЧЕННЯ БЮДЖЕТНОГО ФІНАНСУВАННЯ В СИСТЕМІ ДЕРЖАВНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ЕКОНОМІКИ

Біський С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Бюджетне фінансування є фундаментальним інструментом державного регулювання економіки, що забезпечує цілеспрямований розподіл та перерозподіл валового внутрішнього продукту через систему державних фінансів з метою впливу на соціально-економічні процеси. Багатовимірність бюджетного фінансування проявляється у його функціях: алокаційній (оптимальний розподіл ресурсів), дистрибутивній (справедливий розподіл доходів), стабілізаційній (забезпечення макроекономічної стабільності) та стимулюючій (заохочення економічного зростання в пріоритетних галузях). Ефективність реалізації цих функцій безпосередньо впливає на стійкість національної економіки та динаміку її розвитку в умовах глобальних трансформацій. Механізм бюджетного фінансування включає програмно-цільові методи, кошторисне фінансування, субсидіювання та державні інвестиції, що у своїй інтегрованій дії забезпечують всебічну підтримку економічних агентів. Принциповим аспектом ефективного бюджетного фінансування є його чітка цільова спрямованість, що дозволяє досягати визначених індикаторів економічного розвитку з максимальною результативністю використання бюджетних коштів.

Структурна модернізація економіки неможлива без зваженої політики бюджетного фінансування, яка через селективну підтримку інноваційних секторів забезпечує якісні трансформації виробничих відносин та підвищення конкурентоспроможності національної економіки на глобальних ринках. У цьому контексті особливого значення набуває взаємоузгодженість бюджетного фінансування з іншими інструментами державного регулювання, що дозволяє створити синергетичний ефект у стимулюванні економічного розвитку. Антициклічний потенціал бюджетного фінансування проявляється у можливості держави нівелювати негативні наслідки економічних коливань через збільшення державних видатків у періоди рецесії та їх оптимізацію в умовах економічного піднесення. Гнучкість бюджетного фінансування як регуляторного інструменту забезпечує адаптивність економічної системи до шоків різної природи, що є критично важливим у сучасних умовах зростаючої нестабільності світової економіки. Ефективне бюджетне фінансування пріоритетних галузей економіки, таких як інфраструктура, освіта, охорона здоров'я та інноваційні дослідження, створює позитивні екстерналії для всієї економічної системи, формуючи міцний фундамент для сталого довгострокового розвитку. Водночас, надмірна фіскальна експансія може призводити до витіснення приватних інвестицій та зростання державного боргу, що актуалізує проблему пошуку оптимального рівня бюджетного фінансування з урахуванням національних особливостей.

ОРГАНІЗАЦІЯ РОБОТИ ПІДПРИЄМСТВ ДОСТАВКИ ЇЖІ: ДОСВІД ТА ПЕРСПЕКТИВИ

Бондаревська О.Ю., Куниця К.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Стрімкий ритм сучасного життя змінює підходи до щоденного харчування, зумовлюючи попит на швидкі, зручні та якісні рішення. Доставка їжі стала невід'ємною частиною повсякденності, задовольняючи потребу не лише у комфорті, а й у збалансованому раціоні. Це явище перетворилося на важливу соціально-економічну тенденцію, що відкриває нові перспективи для розвитку підприємництва.

Доставка їжі в умовах сучасного способу життя перетворилася на необхідну послугу, що задовольняє попит на швидке та зручне харчування. Її популярність зумовлена не лише економією часу, а й потребою у якісному та здоровому раціоні.

Сьогодні дедалі більше сервісів доставки орієнтуються на принципи здорового харчування, пропонуючи страви, багаті на вітаміни, мінерали та клітковину. Особливу увагу приділяють функціональним продуктам, які підтримують імунітет і загальне самопочуття.

Пандемія COVID-19 прискорила впровадження цифрових рішень – мобільні додатки, онлайн-меню та безконтактна доставка стали стандартом. Для успішного розвитку бізнесу важливими залишаються якість сервісу, ефективна логістика та персоналізований підхід до клієнта [1, 2].

Ринок доставки їжі продовжує динамічно розвиватися, реагуючи на виклики часу та змінені споживчі очікування. Сучасні сервіси орієнтуються на поєднання зручності, якості та здорового харчування, що робить цей напрям не лише популярним, а й стратегічно важливим. Успішний розвиток у цій сфері вимагає гнучкості, технологічності та орієнтації на споживача – саме ці чинники визначатимуть конкурентоспроможність на ринку.

Література:

1. Як відкрити доставку їжі – організація бізнесу з доставки їжі з ресторану чи кафе. URL: https://joinposter.com/ua/post/yak-organizuvaty-dostavku-yizhi.

2. Доставка їжі додому: як реалізувати бізнес-проєкт. URL: https://business.rayon.in.ua/news/360499-dostavka-yizhi-dodomu-iak-realizuvati-biznes-proekt-blog.

МЕХАНІЗМИ ФОРМУВАННЯ ЕФЕКТИВНОЇ КОРПОРАТИВНОЇ КУЛЬТУРИ НА ПІДПРИЄМСТВІ

Бондарчук Ю.В.
Харківський національний університет ім. В.Н.Каразіна, м. Харків

У сучасних умовах корпоративна культура відіграє стратегічну роль у забезпеченні ефективного функціонування підприємства. Її формування є складним і багатофакторним процесом, який потребує системного підходу, узгодженого з місією, цілями й цінностями організації. Корпоративна культура охоплює не лише формальні правила, а й неформальні традиції, взаємодії, управлінські практики, стиль лідерства, морально-етичні орієнтири. Саме тому її важливо не лише створити, але й підтримувати, розвивати, адаптуючи до змін зовнішнього середовища. Управлінські механізми формування ефективної корпоративної культури включають низку інструментів, зокрема: лідерство та поведінковий приклад керівництва, яке задає ціннісні орієнтири для колективу; ефективну комунікаційну політику, що сприяє прозорості внутрішньої інформації та зворотному зв'язку; інституціоналізацію корпоративних цінностей через кодекси поведінки, внутрішні стандарти та традиції; адаптацію та професійне навчання персоналу; систему мотивації та визнання досягнень, що стимулює ініціативність і відповідальність працівників.

Важливо зазначити, що корпоративна культура формується не одномоментно, а в процесі розвитку підприємства – спочатку поведінка керівників визначає культуру, а згодом сформована культура починає впливати на поведінку всіх учасників організації.

В українській науковій традиції корпоративна культура розглядається як цілісна система, при цьому виокремлюють позитивну корпоративну культуру, що сприяє реалізації творчого потенціалу та саморозвитку працівників, і негативну – яка обмежує індивідуальний розвиток через жорсткі ієрархічні обмеження або непрозорі правила взаємодії.

Загалом, ефективне формування корпоративної культури потребує гнучкої комбінації управлінських рішень, ціннісної стратегії та участі всіх рівнів організації. Успішна культура сприяє згуртованості команди, підвищенню продуктивності праці, реалізації стратегічних завдань і формуванню сталого розвитку підприємства.

Література:

1. Швець Н. В. Формування корпоративної культури в системі управління персоналом // Менеджмент та підприємництво в Україні. – 2019. – №3. – С. 31–36.
2. Писаревська Н. М. Корпоративна культура: сутність, типи, формування // Вісник соціально-економічних досліджень. – 2021. – №3. – С. 54–59.

СУЧАСНІ ВИКЛИКИ ТА НАПРЯМИ ОПТИМІЗАЦІЇ ЛОГІСТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ НА ПІДПРИЄМСТВАХ

Бочарова Н.А., Богдан В.Р., Стороколист Д.Є.
Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

Логістичні процеси є невід'ємною частиною ефективного функціонування будь-якого підприємства, особливо в умовах зростаючої конкуренції, динаміки ринку та глобалізації. Від якості організації логістики залежить здатність компанії швидко реагувати на зміни в зовнішньому середовищі, мінімізувати витрати та забезпечити стабільне постачання товарів і послуг.

На сьогоднішній день однією з ключових проблем у сфері логістики є низький рівень автоматизації й цифровізації логістичних операцій. Багато підприємств досі використовують ручні або напівавтоматизовані підходи до управління запасами, складування, транспортування та обробки замовлень, що призводить до затримок, помилок і підвищених операційних витрат.

Важливим викликом є також відсутність єдиної інтегрованої логістичної системи, яка б об'єднувала всі етапи – від планування закупівель до доставки кінцевому споживачеві. Роз'єднаність підрозділів та відсутність прозорості у логістичному ланцюгу призводить до дублювання функцій, неефективного використання ресурсів і втрат часу.

Проблемою залишається і нестача кваліфікованих кадрів у сфері логістики. Застарілі знання, недостатній рівень цифрової компетентності та слабке розуміння принципів сталого розвитку у сфері постачання ускладнюють процес трансформації логістичних систем відповідно до сучасних вимог.

Крім того, логістичні процеси часто не адаптовані до екологічних стандартів. В умовах зростаючого попиту на екологічну відповідальність компанії повинні враховувати принципи зеленої логістики: зниження вуглецевого сліду, оптимізацію маршрутів, енергоефективне транспортування та утилізацію пакування.

Для покращення логістичних процесів необхідне впровадження сучасних технологій: систем управління ланцюгом постачань (SCM), хмарних платформ, автоматизованих складів, GPS-моніторингу та штучного інтелекту. Такі рішення дозволяють покращити контроль, аналітику та прогнозування на всіх етапах логістичного ланцюга.

Оптимізація логістики передбачає також перегляд партнерських відносин із постачальниками та перевізниками. Створення довгострокових стратегічних альянсів сприяє підвищенню гнучкості, зниженню ризиків і покращенню якості обслуговування.

Таким чином, ефективне управління логістичними процесами потребує комплексного підходу, що охоплює цифрову трансформацію, підвищення кваліфікації персоналу, екологічну відповідальність та стратегічну інтеграцію в межах усієї логістичної мережі. Це дозволить підприємствам зміцнити свою позицію на ринку та забезпечити стійкий розвиток в умовах постійних змін.

УПРАВЛІННЯ МАРКЕТИНГОВИМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯМ РОЗВИТКУ ЗОВНІШНЬОЕКОНОМІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

Бур'ян О. О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Управління маркетинговим забезпеченням розвитку зовнішньоекономічної діяльності підприємства в умовах воєнного часу є надзвичайно актуальним напрямом наукового дослідження та практичного впровадження в Україні. Війна створила абсолютно нові умови функціонування бізнесу, в яких маркетинг відіграє не просто комунікативну чи аналітичну роль, а стає ключовим стратегічним ресурсом стабілізації та розвитку підприємств у глобальному просторі.

1. Зміна філософії маркетингового управління у ЗЕД. Воєнні умови призвели до перегляду традиційних моделей маркетингу.

2. Ключові напрями антикризового маркетингового забезпечення ЗЕД: переорієнтація на нові ринки: через втрату традиційних партнерів (країн СНД, частини Азії), зусилля зміщуються в бік країн ЄС, Північної Америки, Скандинавії, Близького Сходу; цифровізація просування.

3. Організаційно-економічні зміни в структурі маркетингу ЗЕД. В умовах війни підприємства змінюють не лише зовнішні інструменти, а й внутрішню організацію маркетингу: створюють антикризові маркетингові команди; формують центри міжнародної адаптації (локалізація продуктів, адаптація контенту до іноземних споживачів); впроваджують систему постійного моніторингу ризиків на цільових ринках; оновлюють політику партнерства, вибудовуючи довгострокову співпрацю на основі цінностей.

4. Інституційна взаємодія як ресурс маркетингу. У воєнний час важливою стає координація з державними та міжнародними структурами.

Маркетинг у ЗЕД під час війни – це не лише економічна функція, а й частина інформаційного, репутаційного, дипломатичного та соціального фронту. Його ефективність залежить від здатності швидко адаптуватися, мислити стратегічно, говорити мовою міжнародного партнера і водночас залишатися українським – сильним, гідним і конкурентним.

Література:

1. EU4Business. Програми підтримки українського бізнесу в умовах війни. 2023. URL: https://eu4business.org.ua/

2. USAID. Підтримка експортної стратегії України. Офіційний сайт. URL: https://www.usaid.gov/ukraine

3. Гринюк А. М. Інституційна підтримка ЗЕД українських підприємств у період нестабільності. Маркетинг і менеджмент інновацій. 2023. № 3. С. 72–79.

ФАКТОРИ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЧОГО МАРКЕТИНГУ

Бур'ян О.О., Лучинський М.В., Косенко О.П.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В умовах сучасної конкуренції виробничий маркетинг відіграє вирішальну роль у досягненні стратегічних цілей підприємства. Маркетинг у сфері виробництва – це система заходів, спрямованих на аналіз ринку, формування попиту, адаптацію продукції до потреб споживача та забезпечення прибутковості підприємства. Виробничий маркетинг – це вид діяльності, що поєднує функції виробництва та маркетингової стратегії з метою досягнення оптимального балансу між попитом і пропозицією. Основними характеристиками цього напрямку є орієнтація на продукцію, ефективне планування виробничих процесів, вивчення ринку та конкурентного середовища. До ключових факторів, які визначають ефективність виробничого маркетингу, належать: Якість продукції (високий рівень якості безпосередньо впливає на попит, формування лояльності споживачів та конкурентоспроможність підприємства); гнучкість виробництва (здатність швидко адаптувати виробництво під зміни ринкової кон'юнктури – ключовий фактор успішного маркетингу); ціноутворення (оптимальна цінова стратегія, що враховує собівартість, конкуренцію та платоспроможність клієнтів); інноваційність (впровадження нових технологій та інновацій у виробництві сприяє підвищенню ефективності маркетингової діяльності); канали збуту (наявність ефективної логістики та розгалуженої мережі реалізації значно підсилює маркетингові переваги). Не менш важливими є внутрішні чинники: професійний рівень менеджменту, система мотивації персоналу, автоматизація управлінських процесів, аналітика ринку в реальному часі. Регулярний аналіз ринку, поведінки споживачів, конкурентних трендів і ефективності рекламних кампаній – основа прийняття стратегічних рішень у виробництві. Успішне підприємство має гнучку виробничу структуру, інноваційний підхід, сучасну систему збуту та сильну маркетингову аналітику. Інтеграція маркетингу з виробничими процесами дозволяє досягти високих результатів, знизити витрати та підвищити рівень задоволення споживачів.

Література:

1. Кулаєць М.М. Удосконалення інноваційної підприємницької діяльності/ М.М. Кулаєць, М.Ф. Бабієнко, П.А. Лайко, П.М. Музика, О.Д. Витвицька, Є.А. Бузовський, В.А. Скрипниченко, М.М. Лучник// Економіка АПК. 2009. №5. С.76-87

2. Витвицька О. Д. Формування стратегії інноваційного розвитку аграрних підприємств. Економіка АПК. 2011. С.132-138

3. Кваша С. М. Механізм підтримки сільськогосподарського виробництва та шляхи його удосконалення : моногр. / С.М. Кваша, О.Д.Витвицька, К.В.Наконечна. К.: ННЦ ІАЕ, 2009. 200 с.

4. Лайко П. А. Фактори підвищення рівня продовольчої безпеки / П. А. Лайко, М. Ф. Бабієнко, Т. Д. Іщенко // Економіка АПК. – 2006. – № 8. – С. 20–28.

5. Бузовський Є.А., Витвицька О.Д., Скрипниченко В.А. Нетрадиційні джерела енергії - вимоги часу. Науковий вісник НУБіПУ, 2008. Вип. 119. С. 289-294.

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД СТАНУ ІНВЕСТИЦІЙНОГО КЛІМАТУ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ: ПРАКТИЧНІ ПОСТУЛАТИ

Вакулич М.М.

Навчально-науковий інститут «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури» Українського державного університету науки і технологій, м. Дніпро

В умовах дестабілізації економічного середовища в Україні та непередбачуваності можливостей розвитку її економічної й енергетичної сфер, необхідним є комплексний аналіз різноспрямованих явищ і процесів у наявних варіантах їх глобального або регіонального прояву. Адже відповідні трансформаційні перетворення набувають загальносвітового значення та є каталізатором структурних та інституційних зрушень. Проблематика політики макроекономічної стабільності сучасної держави, у тому числі й України, що знаходиться у стані активних бойових дій, – це чітко окреслений курс економічних досліджень. При цьому, висока адаптивність і динаміка системи стратегічного управління економічних систем держав світу стимулює невпинне оновлення базових положень теорії економічного зростання. Відтак, питання проведення комплексного дослідження концепції управління інвестиційним кліматом в економіці України набуває пріоритетного значення.

Адженда управління інвестиційним кліматом економічної системи на макроекономічному рівні формує постулати комплексної оцінки стану інвестиційного забезпечення регіонів держави. Незважаючи на велику кількість досліджень означеного питання, необхідним є комплексне дослідження як теоретико-методологічного забезпечення оцінки стану інвестиційного клімату регіонів держави, так і визначення практичної значущості ролі інвестиційного капіталу у формуванні стратегічних пріоритетів трансформаційних перетворень регіонів України.

На сьогоднішній день, одним із ключових напрямів комплексної стратегії розвитку регіону є диверсифікація економіки шляхом підвищення конкурентоспроможності, підвищення інвестиційної привабливості за допомогою таких заходів, як:

− поширення діючих програм з бізнес- та менеджмент-освіти на рівні регіонів;

− розробка локальних інформаційних стратегій щодо залучення інвестицій;

− впровадження місцевими компаніями принципів прогнозування та стратегічного планування;

− проведення реструктуризації та оптимізації малоефективних місцевих підприємств;

− лібералізація відносин «влада-бізнес» на регіональному рівні.

SCRUM ЯК ІНСТРУМЕНТ УПРАВЛІННЯ КОМАНДОЮ В МАРКЕТИНГОВИХ ПРОЄКТАХ

Васильцова С. О., Гасюк М.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасному маркетинговому середовищі ефективне управління командою та проєктами є ключовим чинником успіху. Використання гнучких методологій, зокрема Scrum, дозволяє забезпечити високу продуктивність, швидке реагування на зміни та залучення всіх членів команди до процесу створення маркетингових рішень. Метод Scrum, що зародився у сфері розробки програмного забезпечення, успішно адаптується до потреб маркетингу, особливо в проєктах, що мають динамічну структуру та високий рівень невизначеності.

Scrum вимагає поділу проєкту на короткі відрізки часу, протягом яких команда виконує конкретні завдання. Для маркетингу це означає можливість гнучкого планування безпечного, швидкого тестування гіпотез та внесення змін на основі аналітики та зворотного зв'язку від цільової аудиторії. Команда маркетингу, організована за принципами Scrum, стає більш автономною, відповідальною та орієнтованою на результат.

Ключовими ролями в Scrum є Product Owner (власник продукту), Scrum Master (фасилітатор процесу) та команда розробки, яка у випадку з маркетингом виконує функції креативу, аналітики, копірайтингу, SEO, SMM тощо. Scrum Master допоможе команді дотримуватися принципів методології, усувати перешкоди та забезпечувати ефективну комунікацію.

Використання Scrum у маркетингових проєктах також сприяє підвищенню якості результату, не дозволяє зосередитися на цінності для кінцевого споживача. Маркетологи підтримують чітке розуміння того, які активності справді приносять результат, завдяки регулярному аналізу виконаних завдань.

Впровадження Scrum у сферу маркетингу є ефективним підходом до управління командою та процесами, що забезпечує гнучкість, прозорість та результативність у виконанні маркетингових проєктів, що особливо актуально в умовах високої конкуренції та стрімких змін на ринку.

Література:

1. Швабер К., Сазерленд Д. Посібник Scrum. Scrum.org, 2020. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://scrumguides.org

2. Де Смет А. Гнучкий маркетинг: покроковий посібник. Harvard Business Review, 2018. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://hbr.org

3. Рігбі Д.К., Сазерленд Д., Такеучі Х. Приймаючи Agile. Harvard Business Review, 2016. № 5. С. 40–50.

4. Мартінес С., Кеніг А. Scrum у маркетингу: практичне впровадження Agile у творчих командах. Agile Marketing Academy, 2019. 135 с.

5. Чаффі Д., Елліс-Чедвік Ф. Цифровий маркетинг. 7-е вид. Лондон: Pearson Education Limited, 2019. 688 с.

НАПРЯМКИ НАУКОВОГО ТА НАВЧАЛЬНОГО СПІРОБІТНИЦТВА МІЖ УНІВЕРСИТЕТАМИ

Верес Шомоші М.[1], Кобєлєва Т.О.[2],
[1]Мішкольцський університет, м. Мішкольц (Угорщина)
[2]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У контексті глобалізації освіти та науки міжнародне та міжуніверситетське співробітництво набуває особливої актуальності. Воно сприяє модернізації навчального процесу, інтернаціоналізації академічного середовища та розвитку інновацій. Один із найважливіших напрямків співробітництва – академічна мобільність студентів, викладачів і науковців. Основні форми: програми обміну (Erasmus+, Mevlana, DAAD тощо); стипендіальні програми подвійних дипломів; короткострокові стажування та літні школи. Мобільність сприяє покращенню якості освіти, адаптації до міжнародних стандартів та особистісному розвитку учасників. Університети об'єднують зусилля для проведення міждисциплінарних досліджень, що фінансуються як національними, так і міжнародними фондами: Horizon Europe, NATO Science for Peace and Security, спільні гранти в рамках консорціумів, колективні публікації у міжнародних журналах. Таке співробітництво сприяє науковій інтеграції. Інтеграція навчального процесу – ще один важливий напрямок: програми подвійних дипломів, спільні магістерські та докторські програми, впровадження інтегрованих онлайн-курси. Це дозволяє університетам розширити свої навчальні можливості та забезпечити студентам глобальний підхід до знань. Університети також співпрацюють у сфері адміністративного та стратегічного менеджменту: впровадження спільних стандартів якості освіти, партнерство в управлінні міжнародними відділами, тренінги для керівного складу. Це сприяє професійному росту адміністративного персоналу та адаптації до вимог ЄС. Наукове та навчальне співробітництво між ВНЗ – це багатовимірний процес, що охоплює академічну мобільність, наукові проекти та інституційну синергію. Його розвиток є необхідною умовою інтеграції української освіти у європейський простір.

Література:

1. Витвицька О.Д. Особливості формування механізму регулювання інвестування інновацій в сучасних умовах // Науковий вісник НУБіПУ. Сер.: Економіка, аграрний менеджмент, бізнес. 2013. Вип. 181(4). С. 85-90.

2. Shpak N., Vytvytska O., Martynyuk O., Kylaec M., Sroka W., (2022). Formation of management and technological maturity levels of enterprises for their dynamic development. Engineering Management in Production and Services, 14(3), 1-12.

3. Бажал Ю.М. Інноваційне підприємництво: креативність, комерціалізація, екосистема : навч. посібник. Київ: Пульсари, 2015. 278 с.

4. Бузовський Є.А., Витвицька О.Д., Скрипниченко В.А. Нетрадиційні джерела енергії - вимоги часу. Науковий вісник НУБіПУ, 2008. Вип. 119. С. 289-294.

5. Перерва, П.Г. Інноваційні технології реструктуризації промислового підприємства. Маркетинг інновацій і інновації у маркетингу: збірник тез доповідей VIII Міжнар. науково-практ. конф., 25-26 вересня 2014 р. Суми: ТОВ "ДД "Папірус", 2014. С. 119-121.

ВПЛИВ ПОДІЙ СВІТОВОГО МАСШТАБУ НА КЕЙТЕРИНГОВИЙ БІЗНЕС

Вишняков О.В., Куниця К.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Трансформації у сфері кейтерингу під впливом глобальних подій, таких як пандемія COVID-19 [1], військові конфлікти [2], та природні катастрофи вплинули на зміну споживчого попиту, призвели до адаптації бізнес-моделей, логістичних процесів [3] і технологічних підходів. Світові події сприяють інноваціям, але й загрожують стійкості бізнесу. Сучасний кейтеринговий бізнес постійно стикається з проблемами, які виникають через глобальні події. Зокрема, підприємства громадського харчування зіткнулися з великими труднощами через пандемію COVID-19, яка змусила їх адаптуватися до нових умов, таких як цифровізація послуг, використання безконтактної доставки та зміна асортименту продукції [1].

Військові конфлікти, особливо ті, що впливають на логістику та ланцюги постачання, вимагають диверсифікації постачальників і запасів на випадок аварії. Крім того, вимушене переселення населення змінює географію попиту, що також вимагає від кейтерингових компаній швидко змінюватися [2].

Стихійні лиха, такі як повені, землетруси та пожежі, показують важливість кризового планування та готовності до екстремальних ситуацій. У таких ситуаціях важливо мати гнучкі бізнес-моделі, які можуть швидко розширюватися [2].

Цифровізація, гнучке меню, місцезнаходження ланцюга постачання та кризове планування є кількома способами зробити кейтеринг більш адаптивним [1, 4]. Адаптивна модель кейтерингового бізнесу, яка включає використання хмарних технологій, багатоканальне замовлення, локалізацію послуг і створення стратегічних резервів, підвищує стійкість бізнесу та здатність вижити в складних умовах.

Література:

1. COVID-19 and the food industry: Readiness assessment. International Trade Centre. Geneva: ITC, 2020.

2. Гончаренко М.П. Управління ризиками в кейтерінговому бізнесі в умовах кризи. Економіка та держава. 2021. № 5. С. 46–49.

3. Zhang Y., Milke M. Global supply chains and pandemic resilience. Journal of Business Continuity & Emergency Planning. 2021. Vol. 14(3). P. 210–222.

4. Kotler P., Keller K.L. Marketing Management. 15th ed. Pearson Education, 2016.

ВПРОВАДЖЕННЯ ІННОВАЦІЙНИХ РЕСТОРАННИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ЗАКЛАДАХ РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА

Водяницька А.Ю., Куниця К.В., к.т.н., доц.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В умовах сучасної ринкової економіки підприємства ресторанного господарства мають орієнтувати свою діяльність на розробку та впровадження конкурентоспроможних харчових продуктів, що вирізняються високими споживчими властивостями. Погіршення стану довкілля, зростання фізичних і психоемоційних навантажень на організм людини створюють необхідність виробництва нових продуктів з підвищеною харчовою цінністю та спеціальним призначенням. Основним напрямком у цьому процесі є включення до рецептури натуральних компонентів, багатих на функціональні речовини. В Україні наявні необхідні сировинні ресурси та виробничі потужності для випуску таких спеціалізованих харчових продуктів.

Через незбалансоване харчування та неможливість задовольнити потребу в окремих біологічно активних речовинах лише за рахунок звичайних продуктів, виникає потреба у створенні функціональних харчових продуктів із високою біологічною цінністю, відповідно до принципів здорового харчування. У процесі розробки борошняних кондитерських виробів особлива увага приділяється підвищенню вмісту функціональних інгредієнтів (харчових волокон, вітамінів, мінералів, антиоксидантів) та зниженню їх енергетичної цінності. Рослинні дієтичні добавки дозволяють не лише покращити поживні властивості виробів, але й надати їм корисних функціональних якостей, поліпшити текстуру, смак та аромат, уповільнити процеси черствіння і псування, збільшити термін зберігання, замінити синтетичні барвники й ароматизатори, прискорити виробничий процес, знизити собівартість продукції, розширити асортимент та сировинну базу.

Дослідження складу рослинних дієтичних добавок свідчать про перспективність застосування вторинної сировини, такої як шроти, клітковина, рослинні олії. Комплексне використання рослинної сировини дозволяє виробляти функціональні дієтичні добавки місцевого виробництва, що практично не впливають на собівартість спеціалізованих продуктів. Ці дієтичні добавки здатні поглинати та виводити шкідливі речовини з організму, забезпечуючи його очищення на рівні тканин. Вони допомагають підтримувати баланс водно-сольового обміну, зміцнюють захисні сили організму, знижують ймовірність виникнення новоутворень, сприяють стабілізації показників холестерину та глюкози у крові. Також позитивно впливають на роботу печінки й нирок, чинять омолоджувальний та тонізуючий ефект, допомагають запобігати віковим змінам за умов несприятливого довкілля.

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ЯК КЛЮЧОВИЙ ЕЛЕМЕНТ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ АВТОМАТИЗАЦІЇ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ

Вознюк Є.О.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Діджиталізація економіки зумовила необхідність цифрової трансформації бізнес-процесів, спрямованої на загальну автоматизацію операцій задля підвищення ефективності діяльності компанії. Існуючий набір цифрових технологій та інструментів надав можливість створити сучасний інтелектуальний підхід до автоматизації бізнес-процесів. Інтелектуальна автоматизація базується на засадах сукупного використання провідних цифрових технологій (блокчейн, хмарні технології, IoT, штучний інтелект, Big Data) для виконання складних завдань, які потребують інтелектуального підходу. Її головними ознаками є надійність, універсальність, масштабованість, доступність та економічна ефективність. Особливість інтелектуальної автоматизації полягає у здатності її цифрових систем навчатися на основі зібраних даних, вдосконалювати алгоритми роботи та адаптуватися до мінливих умов зовнішнього середовища [1]. Конвергенція цифрових технологій та інструментів надає змогу утворити персоніфіковану цифрову екосистему компанії для ефективної оптимізації бізнес-процесів. Проте динамічна структура цієї екосистеми потребує особливого підходу до її управління та відбору оптимальних інструментів для виконання того чи іншого завдання. Здатність штучного інтелекту виконувати роль цифрового оператора бізнес-процесів робить його ключовим елементом інтелектуальної автоматизації, оскільки його моделі здатні не лише самостійно виконувати складні завдання, але й підключати до цього процесу інші цифрові технології та інструменти, відповідно до поточних умов, координуючи злагоджену роботу всіх елементів цифрової екосистеми [2-4]. Таким чином, штучний інтелект підвищує ефективність інтелектуальної автоматизації бізнес-процесів компанії, що дозволяє зберігати її конкурентоспроможність на ринку в умовах цифрової епохи.

Література:

1. Bornet P., Barkin I., Wirt J. Intelligent Automation: Welcome to the World of Hyperautomation. World Scientific Publishing Company, 2021. 432 p.

2. Вознюк Є. О. Діджиталізація бізнес-процесів як основа цифрової економіки. Вісник Національного технічного університету "ХПІ" (економічні науки) = Bulletin of the National Technical University "KhPI" (economic sciences) : зб. наук. пр. Харків : НТУ "ХПІ", 2024. № 6. С. 40-47.

3. Мехович С. А., Кучинський В. А., Кузьминський А. М. Теоретико-практичні підходи до побудови системи управління трансформацією бізнесу під впливом процесів діджиталізації. Енергозбереження. Енергетика. Енергоаудит. 2024. № 10 (201). С. 78-98. http://eee.khpi.edu.ua/article/view/317711

4. Кучинський В. А. Стратегічні засади розвитку інноваційних кластерів в умовах діджиталізації. Енергозбереження. Енергетика. Енергоаудит. 2023. № 11 (189). С. 148-169.

СИСТЕМАТИЗАЦІЯ ПІДХОДІВ ДО МАСШТАБУВАННЯ БІЗНЕСУ

Волков О.О., Прохоренко О.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В роботі розглянуто результати систематизації ключових концепцій масштабування бізнесу з минулого століття до сьогодення. Узагальнення отриманих даних дозволяє структурувати основні положення досліджень та забезпечити цілісне уявлення про масштабування в сучасному технологічному секторі. Узагальнення відбувалось за такими напрямками:

– визначення поняття масштабування бізнесу як явища/процесу;

– об'єкти, тобто сукупність складових елементів бізнесу які підлягають масштабуванню в рамках розглянутих підходів;

– цілі масштабування як основні стратегічні завдання, яких організації прагнуть досягти при масштабуванні бізнесу;

– стратегії масштабування, тобто методи та підходи, що використовуються організаціями для реалізації масштабування бізнесу;

– виклики та бар'єри – основні перешкоди і труднощі з якими стикаються організації в процесі масштабування

Для узагальнення визначень було проведено морфологічний аналіз визначення феномену масштабування, а також об'єктів, цілей та стратегій. Проведений аналіз дозволяє сформулювати визначення масштабування бізнесу як стратегічного процесу розширення можливостей організації, спрямований на збільшення обсягів виробництва, розширення ринкової присутності та оптимізацію внутрішніх операцій для забезпечення операційної ефективності (сприяння отримання ефекту масштабу) та конкурентоспроможності.

При цьому необхідними для досягнення таких цілей факторами є:

– технологічна адаптивність за рахунок використання автоматизації, цифрових рішень та інновацій;

– організаційна узгодженість – збереження корпоративної культури, структури управління та стратегічного напрямку компанії навіть під час швидкого розширення;

– синхронізація – масштабування має бути збалансованим, із врахуванням розвитку ключових аспектів: продукту, команди, ринку та технологічної інфраструктури.

Подальшими науковими напрямками авторами планується дослідження цифрових трансформацій, віддаленої праці, адаптації лідерства та метрик продуктивності як елементів стратегії та практичних застосунків для управління зростанням бізнесу та забезпечення операційної ефективності.

МІСЦЕ УКРАЇНИ В НОВІЙ СИСТЕМІ МІЖНАРОДНОЇ БЕЗПЕКИ

Волоснікова Н.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сучасна архітектура міжнародної безпеки зазнає трансформацій під впливом регіональних конфліктів, глобальної нестабільності та перерозподілу сил у світовому порядку. У цьому контексті особливого значення набуває вивчення ролі України як активного суб'єкта у формуванні нової системи безпеки в Європі та світі. Від 2014 року, а особливо після повномасштабного вторгнення росії у 2022 році, Україна значно зміцнила свою суб'єктність у міжнародних відносинах, демонструючи здатність мобілізувати глобальну підтримку, адаптувати дипломатичні інструменти до нових реалій і активно впливати на порядок денний безпекових організацій.

Історія агресії проти України виявила обмеження функціоналу існуючих міжнародних інституцій, таких як ООН та ОБСЄ, що стимулює пошук нових механізмів колективного захисту та зміцнення двосторонніх і регіональних оборонних альянсів. Формування таких міждержавних альянсів, як Люблінський трикутник, Кримська платформа, стратегічне партнерство з державами G7 та країнами Балтії, демонструє перехід до політики проактивного впливу на формування регіональної безпеки.

Україна стала прикладом держави, що активно формує новий тип безпеки, заснований не лише на військовому потенціалі, а й на інформаційній, гуманітарній та економічній складовій. Ефективне поєднання військової дипломатії з культурною, цифровою та економічною дипломатією посилило її позиції в міжнародних дискусіях. Україна дедалі частіше позиціонується як ключовий партнер Заходу в протистоянні авторитарним загрозам, а її досвід у веденні гібридної війни, забезпеченні кіберзахисту та стійкості інфраструктури стає затребуваним у глобальних безпекових стратегіях.

Членство в ЄС та НАТО розглядається не лише як гарантія безпеки, а й як інструмент модернізації внутрішньої політики та законодавства, інтеграції до системи колективної відповідальності та посилення ролі України в глобальному управлінні.

У сучасній системі координат міжнародної безпеки Україна перетворюється з об'єкта зовнішньої політики інших держав на суб'єкта, здатного формувати порядок денний та пропонувати власні моделі регіональної стабільності. Її досвід боротьби з масштабною агресією, мобілізації міжнародної підтримки та побудови стійкої дипломатичної вертикалі є унікальним кейсом у глобальному дискурсі. Українська дипломатія демонструє здатність поєднувати традиційні та інноваційні інструменти – від класичної міжурядової співпраці до публічної дипломатії, Digital-інструментів та гуманітарного впливу.

ОСОБЛИВОСТІ ОБЛІКУ ТА АНАЛІЗУ ЗБИТКІВ ПІДПРИЄМСТВ ВІД РОСІЙСЬКОЇ АГРЕСІЇ

Гаврись М.О., Гаврись О.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Від російської агресії постраждали десятки тисяч підприємств та українська економіка в цілому. Облік таких збитків є процесом, що дає змогу фіксувати втрати й створює правову основу для майбутньої компенсації. Правове регулювання процесів обліку та аналізу відповідних збитків відбувається на основі низки нормативних документів, основними з яких є постанова КМУ [1], наказ Міністерства економіки та Фонду державного майна України [2], рекомендації ДПС для фіксації втрат, а також закон України «Про бухгалтерський облік та фінансову звітність» та НП(С)БО. Ці документи передбачають, перш за все, проведення класифікації збитків за категоріями, такими як матеріальні втрати (руйнування будівель і споруд, втрата обладнання, продукції), нематеріальні втрати (втрата репутації, ліцензій, ПЗ тощо), втрати доходів (від зупинки діяльності, невиконаних контрактів), і додаткові витрати (евакуація персоналу, релокація, оренду приміщень тощо). Усі подібні збитки мають бути підтверджені документально, зокрема, актами обстеження пошкоджень (з обов'язковою фото- і відеофіксацією), висновками експертів, актами поліції, ДСНС, військової адміністрації, а також первинними бухгалтерськими документами (накладні, інвентаризаційні описи, акти списання). Оцінка збитків має проводитися оцінювачами або комісіями підприємства згідно з методикою [2], що враховує первісну вартість об'єктів, ступінь зносу, поточну ринкову вартість та вартість ремонту чи відновлення. Бухгалтерський облік збитків включає списання зруйнованих активів, визнання сумнівних та/або безнадійних боргів, облік витрат на евакуацію, охорону, відновлення тощо. У податковому обліку такі збитки можуть визнаватися неоподатковуваними через пільги, запроваджені у воєнний час, а списання товарів і матеріалів відбувається за спрощеною процедурою. Належний облік та аналіз збитків дозволить підприємствам звернутися до Міжнародного реєстру збитків при ООН в Гаазі [3], подавати позови до міжнародних судів або в рамках міждержавних домовленостей, отримувати відшкодування з Фонду відновлення України та інших джерел.

Література:

1. Про затвердження Порядку визначення шкоди та збитків, завданих Україні внаслідок збройної агресії Російської Федерації : Постанова Каб. Міністрів України від 20.03.2022 № 326 : станом на 1 берез. 2025 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/

2. Про затвердження Методики визначення шкоди та обсягу збитків, завданих підприємствам, установам та організаціям усіх форм власності внаслідок знищення та пошкодження їх майна у зв'язку із збройною агресією Російської Федерації, а також упущеної вигоди від неможливості чи перешкод у провадженні господарської діяльності : Наказ від 18.10.2022 № 3904/1223. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1522-22#Text

3. Міжнародний Реєстр збитків, завданих агресією російської федерації проти України. *Офіційний сайт Міністерства юстиції України*.

URL: https://minjust.gov.ua/ndd/international_register_of_losses.

МИТНЕ ОФОРМЛЕННЯ В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ

Гаврись О.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Митне оформлення (МО) це значна частина курсу «Митне оформлення і митні платежі», яка дає можливість студентам ознайомитись з організацією митного контролю, необхідними для цього документами, порядком митного оформлення, декларуванням товару і транспорту. Особливістю української торгівлі є те, що в останньому перед великою війною 2021 році, більше 37% експорту складали продовольчі товари (в імпорті – менше 11%). Варто зазначити, що біля 33% в імпорті займали машини.

Митні справи регулюються поряд з Митним, а також Податковим кодексами, великим комплексом вітчизняних законів, постанов КМУ, наказів Міністерства фінансів. Необхідно враховувати також міжнародні документи, основні принципи митної справи Європейського Союзу, США та інших партнерів України. Є також значна кількість підручників, посібників, нормативних документів, в тому числі за останні 5-7 років.

Слід сказати, що митні питання вимагають досить глибокого знання відповідної практики, особливостей роботи, фінансових правових документів. В різних джерелах у викладі цього матеріалу є значні відмінності, тому проведено їх аналіз і відібрано найбільш прийнятні, на нашу думку. Вітчизняні автори розглядають МО як взаємопов'язані організаційні, правові та технічні операції, які виконують митні органи відповідно до законодавства. Науковці звертають увагу, що МО не можливе без митного контролю, в ході якого виявляються адміністративні і фінансові правопорушення. Розглядаються особливості МО при експорті і імпорті. МО розпочинається з митної декларації, яку подає власник товару, або його представник. Процес митного оформлення, наприклад при експорті, включає декілька наступних етапів. На першому, відповідно до наказів Міністерства фінансів, здійснюється акредитація особи, що виконує операції з товарами. На другому етапі виконується підготовка документів до митного процесу. Це зовнішньоекономічний контракт, пакувальний лист, договір з митним брокером, транспортний документ. Третій етап включає визначення коду УКТ ЗЕД. Четвертий етап включає тарифне (податки, квоти та ін.) і нетарифне регулювання (контроль товарів подвійного призначення, контроль за переміщенням культурних цінностей, ветеринарний, фітосанітарний, екологічний, радіологічний). На п'ятому видається сертифікат про походження, який потрібен митному органу імпортера для тарифного і нетарифного регулювання. На завершальному етапі оформляється вантажна митна декларація.

АНАЛІЗ РІВНЯ СПЕЦІАЛІЗАЦІЇ РОЗДРІБНОЇ ТОРГІВЛІ В УКРАЇНІ

Гапоненко О.Є., Кизлюк О.А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Узагальнюючим показником спеціалізації роздрібної торговельної мережі є рівень спеціалізації, що розраховується за формулою [1]:

$$C_р = \frac{Q\text{сп}}{Q\text{заг}} 100\%$$

де *Qсп* – кількість спеціалізованих і універсальних роздрібних торговців, од.; *Qзаг* – загальна кількість роздрібних торговців у регіоні, од.

Результати розрахунку рівня спеціалізації роздрібної торговельної мережі України за період з 2018 до 2023 рр. представлено на рис 1. На основі аналізу даних, можна стверджувати про достатньо високий рівень спеціалізації торговельної мережі України. Таке значне зростання зумовлено перш за все розширенням спеціалізації в секторі непродтоварів, що привело до переходу торгівлі в якісно новий стан за показником спеціалізації [3].

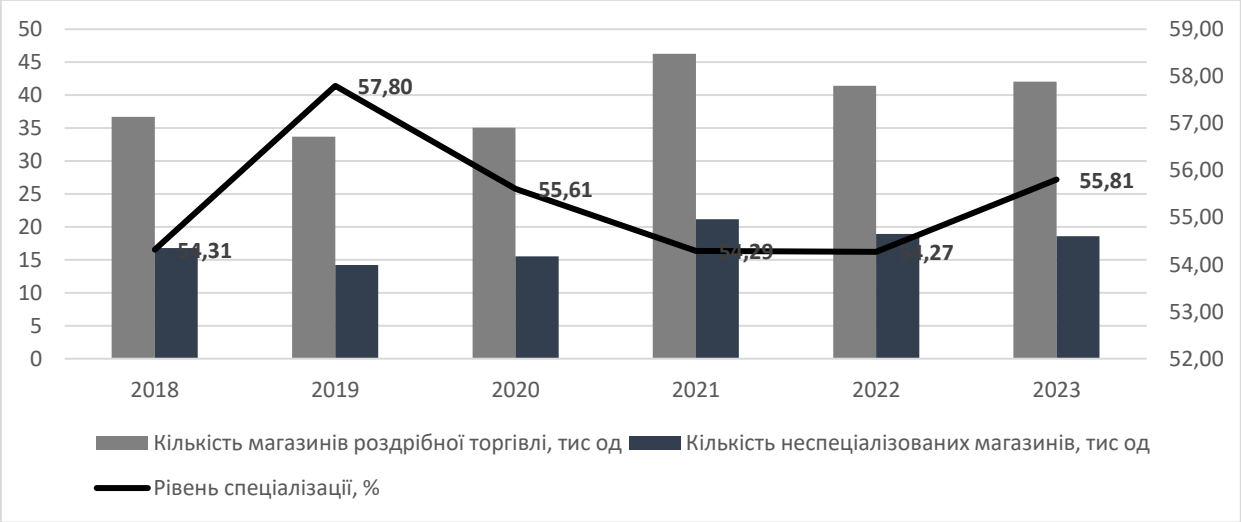


Рисунок 1 – Динаміка рівня спеціалізації роздрібної торговельної мережі України [2]

Література:

1. Організація торгівлі: підручник / Апопій В. В., Міщук І. П., Ребицький В. М. ; 2-ге видання., перероб. та доп. / За ред. В. В. Апопія. − К. : Центр учбової літератури, 2015. – 632с

2. Державний комітет статистики України [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.ukrstat.gov.ua]

3. Апопій В. В., Шалева О. І., Гуштан Т. В. Тенденції розвитку спеціалізації у роздрібній торгівлі в Україні. Науковий вісник Ужгородського національного університету. – 2016. – Випуск 10. http://www.visnyk-econom.uzhnu.uz.ua/archive/10_1_2016ua/5.pdf

ОСОБЛИВОСТІ УКЛАДАННЯ ТА ВИКОНАННЯ ГОСПОДАРСЬКИХ ДОГОВОРІВ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

Гаряєва Г.М., Іванко О. Є.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В умовах воєнного стану, який введено в Україні через збройну агресію РФ, господарська діяльність підприємств зазнає суттєвих змін. Нові виклики, непередбачувані ризики та правові обмеження впливають на процес укладання та виконання господарських договорів. Ці обставини змушують підприємства переглядати підходи до контрактних відносин, застосовуючи нові механізми правового регулювання. Основними джерелами права, що регулюють цю сферу, залишаються Конституція України, Господарський та Цивільний кодекси України, Закон України «Про торгово-промислові палати в Україні», а також Закон України «Про правовий режим воєнного стану», який встановлює загальні обмеження та особливості ведення діяльності в таких умовах.

Під час укладання договорів в умовах воєнного стану сторони повинні враховувати можливість настання форс-мажорних обставин (Ч.2 ст.14-1 Закону України «Про торгово-промислові палати України»). Ст.617 ЦК України підставою звільнення від відповідальності за порушення зобов'язання визначає випадок або непереборну силу. Ч.2 ст.218 Господарського кодексу України передбачено, що суб'єкт господарювання за порушення господарського зобов'язання несе господарсько-правову відповідальність, якщо не доведе, що належне виконання зобов'язання виявилося неможливим внаслідок дії непереборної сили, тобто надзвичайних і невідворотних обставин за даних умов здійснення господарської діяльності. Воєнні дії, перебої з логістикою, мобілізація працівників, пошкодження майна - все це може ускладнити або унеможливити виконання зобов'язань. Тому дуже важливо передбачити в договорах спеціальні положення, які дають змогу сторонам звільнитися від відповідальності або змінити умови контракту у разі непереборної сили. Також доцільно використовувати додаткові механізми забезпечення виконання зобов'язань - банківські гарантії, страхування ризиків або завдаток. Це дозволить мінімізувати фінансові втрати у випадку затримки або невиконання контракту. Важливо своєчасно інформувати іншу сторону про труднощі, документувати всі обставини та вести переговори щодо перегляду умов договору. Якщо зобов'язання не можуть бути виконані в принципі, сторони мають право розірвати договір за згодою або звернутися до суду. Суд при розгляді справ ураховуватиме обставини форс-мажору, які можуть стати підставою для звільнення від відповідальності. Для захисту своїх прав підприємства можуть звернутися до Торгово-промислової палати України для отримання сертифікату про форс-мажорні обставини. Важливо пам'ятати, що належно оформлена документація, вчасне повідомлення контрагентів і правова підтримка суттєво підвищують шанси на позитивне вирішення ситуації. Таким чином, господарські договори в умовах воєнного стану потребують гнучкого підходу, стратегічного планування та підвищеної уваги до юридичних деталей.

ВИЗНАЧЕННЯ ДИНАМІЧНОСТІ ЗОВНІШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ОРГАНІЗАЦІЇ ЯК СИСТЕМИ

Гетьман О.О., Величко К.М.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, м. Харків

Відсутність наявності первісної системи відліку, що надавала б можливість аналізувати вплив зовнішнього середовища на діяльність будь-якої системи, зокрема організації, та охоплювала б прискорення простору-часу, не викликає сумнівів. Саме тому в роботі пропонується розглядати зміну динамічності оточення організації лише у порівнянні з відповідним базисом, що є системою відліку, яка теж характеризується власною динамічністю.

Відомо, що динамічність середовища – це швидкість змін, що відбуваються у навколишньому світі [1].

Ступінь динамічності навколишнього оточення визначається швидкістю та частотою таких змін. У процесі розвитку будь-якої системи спостерігається зростання її динамічності, тобто здатності адаптуватися до змін, що забезпечує покращення пристосування системи до середовища, яке змінюється, та взаємодіє з нею.

Відповідно до закону складання швидкостей при розгляді організації як системи, що умовно рухається зі швидкістю а, загальна швидкість зміни динамічності визначається за формулою:

$$Д = а + б, \text{ де} \qquad (1)$$

а - швидкість зміни динамічності , б – швидкість системи відліку.

З огляду на це, в роботі пропонується перелік факторів динамічності довкілля для оцінки їхнього впливу на організацію: частота змін у складі постачальників; частота змін у характеристиках постачальників; частота змін у складі споживачів; частота змін у перевагах споживачів; частота змін у методах роботи конкурентів; частота появи нових конкурентів; частота появи продуктів – субститутів; збільшення впливу державних інституцій; зміни в темпах науково-технічного прогресу; зміни в соціальному стані суспільства; зміни в політичній спрямованості курсу розвитку; зміни у впливі культури суспільства; зміни у впливі етнічної складової; зміни у впливі економічної складової.

Крім того, динамічність організації, на наш погляд треба розглядати лише у порівнянні з динамічністю базису – динамічності середовища загалом в контексті галузі та території розташування.

Література:

1. Andreeva T. E., Hetman O. O. Identification of differential hybridconfigurations of the organizational structures of enterprises. *Perspectives of research and development* : collection of scientific articles / науч. ред. Drobyazko. Dublin, Ireland : SAUL Publishing Ltd, 2017. C. 104-109.

АДАПТОВАНЕ КОЛЕСО БАНКІВСЬКОГО БРЕНДУ

Годлевський М.О., Морозова Н.Л.
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, м. Харків

Модель формування банківського бренду на основі адаптованого колеса банківського бренду (АКББ) інтегрує класичні елементи брендингу з банківською специфікою та показниками ефективності. АКББ – модель, що інтегрує класичні елементи брендінгу з сучасними вимогами до соціальної та економічної ефективності, а також чітко визначає конкурентні переваги. Ця модель допоможе структурувати процес формування та управління брендом банку, забезпечуючи його цілісність та відповідність очікуванням ринку.

Перевагами використання моделі є цілісність (комплексний погляд на бренд), стратегічна чіткість (ключові пріоритети), клієнтоорієнтованість (вигоди та досвід клієнта), конкурентоспроможність (конкурентні переваги), вимірюваність (показники ефективності), адаптивність (реагувати на зміни ринку та очікувань стейкхолдерів), підвищення впливу (вплив на споживачів, партнерів та суспільство). Ця адаптована модель є інструментом для побудови сильного, стійкого та ефективного банківського бренду в сучасних умовах.

Візуально модель АКББ можна уявити як концентричні кола або сектори, що ведуть до центрального ядра. Всі елементи взаємопов'язані. Сутність бренду (ядро) визначає стратегію та ідентичність (внутрішнє коло). Стратегія та ідентичність формують зовнішні прояви та атрибути (середнє коло). Зовнішні прояви створюють клієнтський досвід та впливають на сприйняття (середнє та зовнішнє коло). Результати (зовнішнє коло) підтверджують або спростовують сутність бренду (ядро) та ефективність стратегії (внутрішнє коло), що вимагає постійного аналізу та коригування.

Практичне застосування моделі АКББ передбачає такі етапи:

– діагностика (проаналізувати поточний стан бренду банку за кожним елементом, виявити сильні та слабкі сторони, конкурентні переваги);

– формулювання/уточнення (чітко визначити сутність бренду, цінності);

– стратегічне планування (розробити стратегію розвитку бренду, узгодивши всі елементи моделі);

– впровадження (забезпечити відповідність всіх точок контакту (продукти, сервіс, комунікації, персонал) визначеній моделі бренду);

– комунікація (побудувати внутрішні та зовнішні комунікації на основі сутності, цінностей та переваг бренду);

– моніторинг та оцінка (регулярно відстежувати показники соціальної та економічної ефективності, репутацію та впізнаваність);

– адаптація (вносити корективи в модель та стратегію на основі отриманих даних та змін ринкового середовища).

Література:

1. Melewar, T. C., & Nguyen, B. (2015). Branding in a competitive marketplace: Insights from the banking industry. Journal of Brand Management, 22(4), 299–315.

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕХАНІЗМІВ МОТИВАЦІЇ ПЕРСОНАЛУ ПІДПРИЄМСТВА

Головкова А.С.
Харківський національний університет В.Н.Каразіна, м. Харків

Мотиваційна система є невіддільною частиною загальної управлінської структури, що безпосередньо впливає на продуктивність, інноваційну активність, якість виконання завдань і залученість співробітників до стратегічного розвитку організації. В умовах високої конкуренції за кваліфіковані кадри на ринку праці та зростаючої мобільності фахівців, підприємства змушені формувати гнучкі мотиваційні моделі, орієнтовані не лише на економічні стимули, а й на індивідуальні потреби, цінності та очікування персоналу. Це потребує поєднання психологічного розуміння людської поведінки з системним баченням цілей організації. Ефективність функціонування організації значною мірою залежить від здатності менеджменту розробити мотиваційну систему, яка синхронізує інтереси працівника і роботодавця. Науковий дискурс щодо мотивації представлений багатьма підходами – від трактування її як внутрішнього психологічного стану до сприйняття як динамічного механізму, що активізує поведінку індивіда. Незалежно від підходу, домінує думка про стратегічну важливість мотивації для досягнення високої продуктивності та утримання персоналу. Одним із найперспективніших напрямів сучасного менеджменту є стимулювання внутрішньої мотивації, що базується на задоволенні від виконуваної роботи, усвідомленні значущості особистого внеску та збігу особистісних цінностей із місією компанії. Це зменшує залежність працівників від зовнішніх стимулів і підвищує стійкість до змін у зовнішньому середовищі.

Мотивація персоналу – це не лише інструмент підвищення ефективності, а й стратегічний ресурс, що визначає конкурентоспроможність підприємства. Формування системи мотивації має ґрунтуватися на розумінні індивідуальних потреб, цінностей, а також на створенні умов для розвитку внутрішньої самомотивації. Інтеграція особистих та організаційних інтересів сприяє зростанню результативності, зменшенню плинності кадрів і покращенню соціально-психологічного клімату в колективі.

Література:

1. Кольбашенко Д. А. Мотивація персоналу як один з факторів підвищення продуктивност праці. *Вісник Луганського національного університету імені Тараса Шевченка. Педагогічні науки.* 2020. № 2. 237-244 с.
2. Кравченко О. А. Організація системи мотивації праці управлінського персоналу на виробничому підприємстві. Ефективна економіка. 2021. №23. 54-58.

DIGITAL-МАРКЕТИНГ ЯК ІНСТРУМЕНТ АНТИКРИЗОВОГО УПРАВЛІННЯ: ДОСВІД УКРАЇНСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ

Гриб К. О.,Бурбело Н. О.,

Національний університет «Києво-Могилянська академія», м. Київ

Повномасштабна війна в Україні суттєво вплинула на всі сфери економіки, зокрема й на маркетингову діяльність підприємств. Digital-маркетинг став одним з основних інструментів антикризового управління, забезпечуючи зв'язок зі споживачем, просування бренду та оперативне реагування на виклики [1, с. 17] (табл.1).

Таблиця 1 –**Порівняльна оцінка основних інструментів Digital-маркетингу**

Інструмент **Digital-маркетингу**	Ціль використання	Основні засоби
SEO (Search Engine Optimization)	Підвищення органічного трафіку	Ключові слова, технічна оптимізація, контент-маркетинг
SEM (Search Engine Marketing)	Залучення платного трафіку	Google Ads, PPC кампанії
SMM (Social Media Marketing)	Залучення та утримання аудиторії	Facebook, Instagram, TikTok, таргетована реклама
Email-маркетинг	Персоналізована комунікація з клієнтами	Розсилки, автоматизовані ланцюжки листів
Influencer Marketing	Залучення довіри через лідерів думок	Партнерства з блогерами, амбасадори бренду
Chatbot-маркетинг	Автоматизація комунікації та сервісу	Telegram/FB боти, AI-помічники

Досвід українських компаній демонструє успішні кейси адаптації до кризових умов. Так, бренд **«Нова пошта»** посилив digital-комунікацію через мобільний застосунок, чат-боти та соціальні мережі, оперативно інформуючи клієнтів про роботу відділень у прифронтових зонах [2]. Компанія **Rozetka** транслювала цінності підтримки та єдності через соціальні платформи, залучаючи клієнтів до благодійних ініціатив. Бренд **FIZI**, який спеціалізується на здоровому харчуванні, в період війни змістив акценти у своїй digital-стратегії на щирість, прозорість, підтримку ЗСУ та залучення спільноти через зворотний зв'язок і конкурси [3]. Digital-маркетинг в умовах війни довів свою ефективність як інструмент антикризового управління. Він забезпечує адаптивність, гнучкість, оперативність та емоційний зв'язок зі споживачем. Досвід українських підприємств свідчить про те, що вчасне впровадження digital-стратегій дозволяє зберегти позиції на ринку, сформувати нову цінність бренду через соціальну відповідальність, відкритість та близькість до спільноти.

Література:

1. Kotler, P., Kartajaya, H., & Setiawan, I. Marketing 5.0: Technology for Humanity. https://surl.li/ycdgcx

2. Digital маркетинг під час війни: виклики, рішення, кейси. Forbes Україна. URL: https://forbes.ua

3. FIZI. Офіційний сайт. URL: https://surl.li/obghbt

4. Statista Research Department. Digital marketing during crisis: global insights. 2023. https://surl.li/obghbt

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ПОПИТУ І ОПТИМІЗАЦІЇ ПОСТАЧАННЯ

Грінберг Г.Л., Конохова З.П.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Прогнозування попиту є ключовим завданням для бізнесу, оскільки дозволяє оптимізувати запаси, зменшити витрати та забезпечити відповідність пропозиції очікуванням споживачів. Традиційні методи прогнозування базуються на історичних даних і статистичних моделях, проте вони мають обмеження в адаптації до змін ринку. Штучний інтелект значно розширює можливості аналізу, дозволяючи працювати з великими масивами даних, виявляти приховані закономірності та робити точніші передбачення. ШІ-алгоритми аналізують не лише продажі за минулі періоди, а й низку інших факторів, що впливають на попит: сезонність, соціальні тренди, економічні зміни, маркетингові активності, погоду, поведінку споживачів, що дає можливість бізнесу глибше розуміти зміни у попиті й завчасно коригувати свої стратегії. Наприклад, роздрібні мережі використовують ШІ для прогнозування затребуваності товарів у різних регіонах, коригуючи постачання відповідно до очікуваного попиту. Один із головних напрямів застосування ШІ у прогнозуванні – оптимізація запасів. Надлишкові запаси ведуть до заморожування коштів та додаткових витрат на зберігання, а дефіцит товарів – до втрати клієнтів і зниження прибутків. Штучний інтелект дозволяє автоматично коригувати рівень запасів відповідно до змінного попиту. ШІ-системи можуть аналізувати дані в реальному часі та попереджати менеджерів про необхідність поповнення складів, уникаючи як перевантаження, так і нестачі продукції.

Застосування ШІ у прогнозуванні попиту дає змогу адаптуватися до зовнішніх факторів. Якщо традиційні методи аналізують лише внутрішні дані компанії, то ШІ здатен враховувати зовнішні чинники, як-от макроекономічні зміни, політичні події чи кліматичні умови. Наприклад, у сфері FMCG (товари повсякденного попиту) ШІ може спрогнозувати підвищення продажів певних продуктів напередодні погодних змін. Компанії, які впроваджують ШІ у прогнозування попиту, отримують конкурентну перевагу, оскільки можуть гнучкіше реагувати на зміни ринку та швидше ухвалювати обґрунтовані рішення. Наприклад, великі маркетплейси використовують машинне навчання для персоналізації пропозицій, коригуючи асортимент у режимі реального часу залежно від поведінки користувачів. Попри всі переваги, використання ШІ у прогнозуванні має свої виклики. Алгоритми потребують якісних даних, інакше можливі похибки у передбаченнях. Також важливо враховувати етичні аспекти, адже автоматизовані системи можуть впливати на доступність товарів, що може викликати дискусії у суспільстві. І все ж-таки, штучний інтелект поступово стає важливим інструментом побудови маркетингових стратегій, допомагаючи бізнесу не лише прогнозувати попит, а й оптимізувати процеси постачання та розподілу.

СУСПІЛЬНІ КОМУНІКАЦІЇ ТА МІЖНАРОДНІ ВІДНОСИНИ В УМОВАХ ГЛОБАЛЬНОЇ МАКРОЕКОНОМІКИ

Губанова Н.Н.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасній глобалізаційній економіці процеси, які відбуваються на макроекономічному рівні, стрімко впливають на характер та напрям міжнародних відносин та роль суспільних комунікацій. Високий рівень економічної взаємозалежності між країнами зумовлює необхідність постійної комунікації не лише на рівні держав, але й між різними соціальними, політичними та економічними суб'єктами. У сучасному глобальному просторі цифровізація значно трансформувала традиційність дипломатичного спілкування, водночас створивши нові можливості для міжкультурного діалогу та формування стратегічного міжнародного іміджу.

Можна казати про важливість того, що суспільні комунікації виступають одним з ключових інструментом публічної дипломатії, інтернаціоналізації політики та просування національних інтересів у глобальному інформаційному просторі, забезпечують не лише обмін інформацією, а й формування наративів, здатних впливати на громадську думку як усередині країни, так і за її межами. Тобто можна підкреслити, що особливої актуальності набувають такі питання як питання комунікаційної безпеки, цифрового суверенітету, а також захисту від інформаційних загроз, що часто використовуються як інструменти економічного чи політичного тиску.

Глобальні економічні кризи, геополітичні виклики, кліматичні загрози спричиняють необхідність нових підходів до міжнародного співробітництва, у яких важливу роль відіграють ефективні комунікації. Вони сприяють зміцненню довіри між країнами, координації спільних дій та формуванню єдиних підходів до подолання глобальних викликів.

Таким чином можна зробити висновок, що суспільні комунікації є не лише інструментом впливу, але й важливим чинником стабільності міжнародних відносин на макроекономічному рівні.

ДЕЯКІ ПІДХОДИ ДО УПРАВЛІННЯ ЛАНЦЮГАМИ ПОСТАЧАННЯ

Гудименко В.П.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сучасні ланцюги постачання являють собою складні динамічні системи, для ефективного управління якими актуальним є використання методів економіко-математичного моделювання та побудови комплексу відповідних моделей. Розглянемо основні блоки зазначеного комплексу.

Блок 1. Оцінка і аналіз постачальників. Вирішуються задачі формування інформаційної бази дослідження, класифікації та ранжування постачальників. Усі постачальники розглядаються як об'єкти у багатофакторному просторі ознак. Для здійснення класифікації подібних об'єктів можливим є застосування методів кластеризації. Після того, як здійснено відбір цільової фокус-групи, в її межах потрібно провести ранжування об'єктів. Виходячи з суто економічної інтерпретації відібраної групи, в якості об'єкта-еталона можливо взяти центр тяжіння (центроїд) групи.

Блок 2. Оцінка та аналіз попиту на предмети постачання. Вирішуються задачі класифікації факторів, що здійснюють вплив на обсяг попиту, оцінки ступеню впливу окремих факторів на загальний рівень попиту, прогнозування попиту. Остаточна прогнозна оцінка $\hat{S} = \hat{S}(S_t^*, S_t^{**})$ формується як функція від двох оцінок: прогнозної оцінки попиту на основі моделі часового ряду $S_t^* = f(S_{t-l}, S_{t-l-1}, \dots, S_{t-1})$ та прогнозної оцінки попиту як функції від прогнозних значень екзогенних факторів $S_t^{**} = g(P_1^*, \dots, P_H^*)$.

Блок 3. Оцінка та аналіз витрат - на виході потрібно отримати оцінки базового набору витрат: на генерування початкового запасу, на зберігання запасу, на покриття штрафів за відсутність запасів.

Блок 4. Аналіз обсягу і структури запасів. Базовими задачами блока є горизонтальний та вертикальний аналіз запасів підприємства, коефіцієнтний порівняльний аналіз якісного стану та руху виробничих запасів.

Блок 5. Оптимізація запасів - основна мета блока – визначення оптимальної стратегії управління запасами. Існування певного об'єму запасів є результатом дії двох груп факторів, з яких перші сприяють створенню та збільшенню розміру запасів, другі - зменшенню. Зазначені фактори можуть виконувати роль обмежень в загальній постановці задачі управління запасами та відіграють також роль керованих змінних. В загальному вигляді задачу управління запасами можна представити наступним чином:

$$W = W(x_1, \dots, x_n, a_1, \dots, a_m) \to extr \ ,(1)$$

$$g_i = g_i(x_1, \dots, x_n, a_1, \dots, a_m) \ ,(2)$$

де W - цільовий показник, або показник ефективності управління;

$x_1, \dots, x_n$ – керовані змінні, значення яких потрібно знайти в результаті розв'язання задачі;

$a_1, \dots, a_m$ – некеровані змінні, на які в рамках поточної задачі неможливо здійснювати вплив.

Отже, управління запасами – це складний процес, значущим результатом якого є встановлення моментів та обсягів поповнення запасів.

ПРОГНОЗУВАННЯ ІНВЕСТИЦІЙНО-ІННОВАЦІЙНОЇ ПРИВАБЛИВОСТІ ПІДПРИЄМСТВ НАФТОГАЗОВОЇ ГАЛУЗІ

Гузь О.Б.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Підприємства нафтогазової галузі є досить популярними об'єктами інвестування, тому що як правило демонструють високі рівні прибутковості у середньостроковій та довгостроковій перспективі. З іншого боку, зазначеній галузі притаманні відносно високі показники ризику, тому проблема прогнозування загального рівня інвестиційно-інноваційної привабливості завжди є актуальною. Зазначена проблема у свою чергу може бути представлена як сукупність взаємопов'язаних задач: формування системи показників інвестиційно-інноваційної привабливості, прогнозування окремих показників з зазначеної системи, прогнозування інтегрального показника рівня інвестиційно-інноваційної привабливості. Для вирішення перелічених задач можуть бути застосовані досить різні методи.

Для формування складу системи показників пропонується використовувати експертні методи, які дозволяють отримати обґрунтовану узагальнюючу оцінку думок відповідних фахівців. Безпосередньо для прогнозування пропонується використовувати фактографічні статистичні методи, що базуються на фактично наявному інформаційному матеріалі про стан інвестиційної привабливості. Із сукупності виділених статистичних методів прогнозування пропонується використовувати методи екстраполяції, суть яких полягає у поширенні закономірностей, властивих підприємству в передпрогнозний період, на період прогнозування.

Прогнозування рівня інвестиційної привабливості здійснюється на основі двох базових моделей.

1. Перша модель здійснює розрахунок прогнозного значення інвестиційної привабливості IIP_{t+1} шляхом підстановки в апроксимуючу функцію відомих прогнозних значень показників $X^1_{t+1}, \dots, X^n_{t+1}$, які здійснюють суттєвий вплив на загальний рівень інвестиційної привабливості. Оцінка параметрів зазначеної функції здійснюється за допомогою методів регресійного аналізу. Моделі можна представити як $IIP^1_{t+1} = g(X^1_{t+1}, \dots, X^n_{t+1}, B)$, де B – множина параметрів моделі.

2. Друга модель є моделлю динаміки узагальнюючого показника інвестиційної привабливості і розраховує відповідний показник як функцію k його попередніх значень:

$$IIP^2_{t+1} = f(IIP_{t-1}, \dots, IIP_{t-k}, A)\ ,$$ де A – множина параметрів моделі.

3. Результуючий показник рівня інвестиційно-інноваційної привабливості отримується як результат усереднення попередніх двох результатів:

$$IIP_{t+1} = (IIP|t+1^1 + IIP^2_{t+1})/2.$$

Запропонований комплекс моделей дозволить підвищити ступень обґрунтованості рішень щодо управління інвестиційно-інноваційною привабливістю підприємств.

МЕТОДИ ОЦІНКИ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

Гуревич С.М., Степуріна С.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Оцінка конкурентоспроможності є ключовим елементом стратегічного управління, що дозволяє підприємствам визначити свої сильні та слабкі сторони, а також адаптуватися до ринкових умов. Існує кілька методів, які широко використовуються для аналізу конкурентоспроможності, кожен з яких має свої особливості та сфери застосування.

1. SWOT-аналіз є універсальним інструментом, який допомагає оцінити внутрішні та зовнішні фактори, що впливають на конкурентоспроможність підприємства. Він включає аналіз сильних і слабких сторін компанії, а також можливостей і загроз зовнішнього середовища. Наприклад, сильною стороною може бути висока якість продукції, а слабкою – обмежені фінансові ресурси. Можливості можуть включати вихід на нові ринки, тоді як загрози – посилення конкуренції. SWOT-аналіз дозволяє сформувати стратегії, які максимізують переваги та мінімізують ризики.

2. Бенчмаркінг передбачає порівняння діяльності підприємства з найкращими практиками в галузі. Цей метод допомагає виявити прогалини в ефективності, якості чи інноваціях порівняно з лідерами ринку. Наприклад, підприємство може аналізувати, як конкуренти оптимізують логістику чи залучають клієнтів. Бенчмаркінг сприяє впровадженню кращих практик і підвищенню конкурентоспроможності шляхом адаптації успішних стратегій.

3. Матриця BCG використовується для оцінки портфеля продуктів або бізнес-одиниць підприємства. Вона класифікує продукти за двома критеріями: темпами зростання ринку та відносною часткою ринку. У матриці виділяються чотири категорії: «зірки» (високе зростання, висока частка), «дійні корови» (низьке зростання, висока частка), «знаки питання» (високе зростання, низька частка) та «собаки» (низьке зростання, низька частка). Цей метод допомагає визначити, які продукти варто розвивати, а які – вивести з ринку.

4. Модель п'яти сил Портера аналізує конкурентне середовище галузі через п'ять ключових факторів: загроза нових конкурентів, переговорна сила постачальників, переговорна сила покупців, загроза замінників і рівень конкуренції в галузі. Наприклад, висока переговорна сила покупців може змусити підприємство знижувати ціни, що впливає на прибутковість.

Таким чином, кожен із зазначених методів має свої переваги та обмеження, тому для комплексної оцінки конкурентоспроможності доцільно використовувати їх у комбінації. Застосування цих інструментів сприяє розробці ефективних стратегій, які забезпечують стійке зростання та успіх на ринку.

Література:

1. Портер М. Е. Конкурентна стратегія: Техніки аналізу галузей і конкурентів / Пер. з англ. – Київ: Основи, 2008. – 422 с.

2. Котлер Ф., Картаджайя Г., Сетяван І. Маркетинг 4.0: Від традиційного до цифрового / Пер. з англ. – К.: КМ-Букс, 2018. – 208 с.

ПЛАН СТРАТЕГІЧНИХ КОМУНІКАЦІЙ ТА ЙОГО РОЛЬ У ПРОСУВАННІ БРЕНДУ ОРГАНІЗАЦІЇ

Гусаковська Т.О., Войт Б.Р.
Полтавський університет економіки і торгівлі, м. Полтава

План стратегічних комунікацій відіграє важливу роль у формуванні впізнаваності бренду, побудові довгострокових відносин із цільовою аудиторією та зміцненні конкурентних позицій підприємства. В умовах цифрової трансформації, активного розвитку соціальних мереж, змін у поведінці споживачів і зростання значущості репутаційного капіталу ефективне планування стратегічних комунікацій стає необхідною умовою успішного просування бренду. План стратегічних комунікацій передбачає використання комунікаційних стратегій для досягнення місії та основних функцій організації; використовує планування та дослідження для визначення пріоритетних аудиторій або сегментів аудиторії та розробки стратегій, тактик і повідомлень для зміни ставлення чи поведінки; допомагає менеджерам зі зв'язків з громадськістю та комунікації зосередити зусилля та ресурси на потрібних напрямках і отримати найбільшу віддачу від інвестицій; дозволяє організації проактивно використовувати можливості, а не просто реагувати на проблеми, що виникають у її зовнішньому та внутрішньому середовищі. Він служить дорожньою картою для комунікаційних зусиль компанії. У ньому описано елементи та кроки, які ефективно доносять повідомлення до цільової аудиторії. Коли комунікації є стратегічними, це допомагає сформувати ключове повідомлення для найбільш ефективного комунікаційного впливу.

Аналіз наукових підходів та практичних аспектів розробки стратегічних комунікацій свідчить, що цей процес має базуватися на комплексному аналізі зовнішнього та внутрішнього середовища, чіткому визначенні цілей, аудиторії, комунікаційних стратегій і тактик [1-3]. Важливим аспектом є використання SMART-методології для постановки цілей, що забезпечує їхню вимірюваність та досяжність. Гнучкість стратегічного плану комунікацій є критично важливою, оскільки сучасний динамічний ринок вимагає швидкої адаптації до змін у споживчих перевагах, технологічному середовищі та регуляторних умовах. Використання ситуаційного аналізу, дослідження аудиторії та вибір ефективних комунікаційних каналів сприяє створенню дієвого комунікаційного процесу.

Література:

1. Argenti P. A., Howell R. A., Beck K. A. The Strategic Communication Imperative. *MIT Sloan Management Review*. 2005. №46(3). P. 83-89.

2. Ekpuk U. How to Develop a Strategic Communications Plan. URL: https://www.solaabuluassociates.com/communications-plan-4779-2/ (дата звернення: 10.04.2025).

3. Miller R. Internal Communications Tactics vs Strategy: What's the difference? URL: https://www.allthingsic.com/whats-the-difference-between-tactics-and-strategy/ (дата звернення: 10.04.2025).

ІНСТРУМЕНТИ МОТИВАЦІЇ ПЕРСОНАЛУ, ЯК ОСНОВА УСПІШНОЇ ЕКОНОМІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

Гуцан О.М., Янигін О.К.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Ефективне економічне функціонування сучасного підприємства, залежить від істотної кількості факторів і дій. Особливе місце в них займає система управлінській дій направлена на забезпечення якісної, ритмічної, ефективної роботи підприємства. Необхідно зазначити, що центральне місце в системі управлінської діяльності відводиться кадровому аспекту, що забезпечує успішну економічну діяльність всього підприємства. Важливим, на наш погляд, для діяльності підприємства є той факт, що вмотивованість працівників є центральним стрижнем успішної економічної взаємодії працівника та адміністрації та прибутковості бізнесу. Отже, дослідження мотиваційних аспектів є важливим науковим завданням. Аналізуючи літературні джерела [1] можна виділити наступні інструменти мотивації персоналу, які здійснюють стимулюючим вплив на працівника а, отже, є опосередкованими драйверами економічного розвитку підприємства:

1) матеріальні – система заходів впливу на матеріальні потреби та вподобання співробітника з метою забезпечення його матеріального добробуту.

2) трудові – забезпечення змістовної та соціально корисної діяльності у відповідних соціально-економічних та організаційно-технічних умовах;

3) статусні – заходи впливу на працівника на основі стимулювання адміністративно-ієрархічного зростання працівника, визнання заслуг та лідерства індивідуума

Необхідно зауважити, що зазначені інструменти нададуть певний вплив та забезпечать економічну успішність підприємства у певній їх комбінації на основі системного застосування. Також необхідно зазначити, що застосування і інших інструментів впливу дозволить забезпечити сталий економічний розвиток підприємства в мотиваційному аспекті [2-4].

Література:

1. Колот, А.М. Мотивація, стимулювання й оцінка персоналу: Навч. посібник. – К.: КНЕУ, 1998. – 224 с.

2. Гуцан О.М. Дослідження сутності мотиваційних теорій: сучасні, теорії атрибуції та поля. Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» (економічні науки). Збірник наукових праць. – Х.: НТУ «ХПІ». – 2017. - №24 (1246). – 160 с., С. 26-30.

3. Гуцан О.М. Визначення місця HR та мотиваційних досліджень в рамках діагностичних процесів підприємства / О. М. Гуцан // Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут" (економічні науки) = Bulletin of the National Technical University "KhPI" (economic sciences) : зб. наук. пр. – Харків : НТУ "ХПІ", 2023. – № 1. – С. 57–62

4. Гуцан О.М. Дослідження сутності поняття "стимулювання" / О.М. Гуцан, В.А. Кучинський // Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Економічні науки = Bulletin of the National Technical University "KhPI". Economic sciences : зб. наук. пр. – Харків : НТУ "ХПІ", 2020. – № 4 (6). – С. 7-13.

КОНТРОЛЬ ЗА ФОРМУВАННЯМ ЧИСТОГО ПРИБУТКУ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПІДВИЩЕННЯ ФІНАНСОВОЇ СТІЙКОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

Денчик І.О., Колєсніченко А.С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасних умовах економічної нестабільності та високої конкуренції контроль за формуванням чистого прибутку набуває особливої ваги для забезпечення фінансової стійкості підприємства.

Чистий прибуток є ключовим показником ефективності діяльності та джерелом фінансових ресурсів, необхідних для розвитку, інвестування та покриття зобов'язань [1]. Він відображає здатність підприємства генерувати доходи, які перевищують витрати, що є основою для його довгострокового успіху та конкурентоспроможності.

За результатами 2023 року загальна сума зобов'язань знизилася на 8%, а частка простроченої заборгованості скоротилася до 22%. Станом на початок 2024 року тенденція до стабілізації триває, однак рівень кредиторської заборгованості залишається високим в окремих секторах економіки. Це свідчить про важливість контролю за фінансовими потоками та необхідність впровадження ефективних механізмів управління прибутком для забезпечення фінансової стійкості підприємств.

Ефективне управління процесом формування прибутку передбачає не лише точний облік доходів і витрат, але й систематичний аналіз фінансових результатів, виявлення відхилень та оперативне реагування на них. Це дозволяє підприємству своєчасно коригувати свою діяльність, оптимізувати витрати та підвищувати рентабельність [2].

Важливим аспектом є також прогнозування фінансових показників, що дозволяє підприємству планувати свої ресурси та визначати стратегічні напрямки розвитку. Використання сучасних методів фінансового аналізу, таких як SWOT-аналіз, PEST-аналіз та аналіз чутливості, сприяє більш точному оцінюванню фінансового стану підприємства.

Таким чином, ефективне впровадження контролю за формуванням чистого прибутку сприяє підвищенню фінансової стійкості, забезпечує можливість своєчасного реагування на зміни в зовнішньому середовищі та формує основу для стратегічного розвитку.

Література:

1. Августин Р., Демків І. Стратегічно-тактичний інструментарій управління фінансовою стійкістю і платоспроможністю підприємства. MDES. 2022, 121-126.
2. Лобода О., Кириченко Н. Методика оцінки фінансової стійкості підприємства за допомогою економіко-статистичного аналізу. Таврійський науковий вісник. Серія: Економіка. 2023. (18), 114-121. https://doi.org/10.32782/2708-0366/2023.18.12

СУЧАСНІ ФОРМАТИ ЗАКЛАДІВ ХАРЧУВАННЯ: ФУДКОРТИ, СТРІТФУД, ГАСТРОПАБИ

Деньга П.С., Куниця К.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасному світі індустрія громадського харчування стрімко змінюється, адаптуючись до потреб людей, які живуть у швидкому темпі. Замість традиційних ресторанів усе більшої популярності набувають нові формати, що поєднують зручність, швидкість обслуговування та різноманітність смаків.

Одним із найпопулярніших форматів є фудкорти – простори з кількома точками продажу їжі, розташовані зазвичай у торгових центрах або великих транспортних вузлах. Вони дають змогу покупцеві швидко обрати страву за смаком, об'єднуючи різні кухні в одному просторі, що дуже зручно для великих компаній та сімей. Іншим динамічним форматом є стрітфуд – вулична їжа, яка представлена у вигляді фургонів, кіосків або невеликих пересувних точок. Його переваги – доступність, швидкість обслуговування та яскраві гастрономічні враження. Стрітфуд дозволяє споживачам спробувати авторські інтерпретації традиційних страв або міжнародну кухню за помірними цінами. Ще одним трендовим форматом є гастропаби – поєднання неформального пабу та високоякісної кухні. Вони орієнтовані на поєднання авторських страв із якісними напоями, створюючи атмосферу комфорту та гастрономічного задоволення. Гастропаби активно розвиваються у великих містах і приваблюють молодь та дорослу аудиторію, що цінує якість, стиль та затишок [1, 2].

Усі ці формати стали відповіддю на нові запити споживачів: мобільність, індивідуальний підхід, цікаві смаки та доступність. Вони не тільки змінюють спосіб харчування, а й формують нову культуру споживання. Таким чином, фудкорти, стрітфуд і гастропаби є яскравими прикладами адаптації індустрії харчування до сучасних ритмів життя, забезпечуючи швидкий, якісний та емоційний гастрономічний досвід.

Література:

1. Русавська В.А., Бичука Є.І. Матеріали X Міжнар. наук.-практ. конф. «Гостинність, сервіс, туризм: досвід, проблеми, інновації» (м. Київ, 6-7 квітня 2023 р.) К.: КНУКІМ, 2023. 478 с. С.458-461. URL:https://tourlib.net/statti_ukr/rusavska5.htm

2. Postova V. Особливості розвитку нових форматів закладів ресторанного господарства в україні (Features of Development of New Formats of Restaurants In Ukraine) (September 16, 2022). URL:https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4221097

ЕФЕКТИВНА КОМУНІКАЦІЯ ЯК КЛЮЧОВИЙ ФАКТОР УСПІШНОГО УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ

Довгополий Д.О., Фощій П.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В роботі розглянуто ефективну комунікацію як ключовий фактор успішного управління проєктами. В умовах зростаючої складності проєктів та багаторівневої взаємодії між учасниками саме комунікація визначає, наскільки узгодженими та результативними будуть дії команди. Недостатня або неякісна комунікація призводить до непорозумінь, втрати часу, перевищення бюджету та зриву термінів, що є одними з основних причин невдач проєктів.

Ефективна комунікація забезпечує чітке розуміння цілей, завдань, ролей і відповідальності кожного учасника проєкту. Вона формує прозорість процесів, дозволяє своєчасно виявляти ризики, узгоджувати рішення та оперативно реагувати на зміни. Особливе значення мають регулярні комунікаційні сесії, звітність та використання сучасних цифрових інструментів, які спрощують обмін інформацією незалежно від локації команди [1].

Успішне управління проєктами неможливе без налагодження комунікації не лише всередині команди, а й з усіма стейкхолдерами. Важливо враховувати різні рівні зацікавленості учасників, адаптувати стиль і канали комунікації до специфіки аудиторії та забезпечувати зворотний зв'язок на кожному етапі реалізації проєкту.

Важливе значення у забезпеченні ефективної комунікації має управлінська компетентність керівника проєкту, зокрема розвиток так званих «soft skills». Серед них ключовими є навички активного слухання, ведення переговорного процесу, врегулювання конфліктних ситуацій та підтримання мотивації команди шляхом формування відкритого комунікаційного середовища. Зазначені компетенції сприяють підвищенню рівня довіри, забезпечують узгодженість дій учасників проєкту та створюють умови для ефективного прийняття управлінських рішень в умовах динамічного проєктного середовища..

Ефективна комунікація є основою для прийняття обґрунтованих рішень, мінімізації ризиків і забезпечення контрольованого виконання проєкту. Вона дозволяє знизити рівень невизначеності, створити єдине бачення цілей та досягти синергії в роботі команди.

Таким чином, комунікація є не другорядним процесом, а стратегічним елементом управління проєктами, що напряму впливає на їх успіх. Системний підхід до організації комунікаційних процесів підвищує ефективність взаємодії, сприяє досягненню запланованих результатів і забезпечує стійкість проєкту в умовах змін.

Література:

1. Фощій М. Д., Фощій П.М. Особливості побудови корпоративної системи управління проєктами для підприємств малого бізнесу. *Вісник Національного технічного університету "ХПІ" (економічні науки)* : зб. наук. пр. Харків : НТУ "ХПІ", 2024. № 2. С. 90-93.

МЕРЧЕНДАЙЗИНГ У МАРКЕТПЛЕЙСАХ: ВІЗУАЛЬНІ СТРАТЕГІЇ НА ПРИКЛАДІ ROZETKA І AMAZON

Долбова Д.Ю., Літвиненко М.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Мерчендайзинг у маркетплейсах – це ключовий інструмент для забезпечення ефективної візуальної презентації товарів у цифровому середовищі. У порівнянні з традиційною роздрібною торгівлею, онлайн-торгівля потребує особливої уваги до цифрового представлення продукції: фото, відеоогляди, 3D-моделі, оформлення вітрини товару та текстовий опис мають значний вплив на прийняття рішення покупцем. Існує низка наукових і прикладних досліджень, присвячених мерчендайзингу в онлайн-середовищі. Зокрема, у роботах M. Wedel і R. Pieters розглянуто вплив візуальної уваги на поведінку покупців в електронній комерції, де було доведено, що елементи дизайну сторінки товару безпосередньо впливають на час перегляду та рішення про покупку [1]. Інше дослідження, проведене Deloitte у 2021 році, показало, що 62% споживачів віддають перевагу тим маркетплейсам, де представлено багатий візуальний контент з можливістю інтерактивного огляду.

Маркетплейси, як-от Rozetka (Україна) та Amazon (США), активно використовують різноманітні візуальні стратегії для підвищення привабливості товарів. Наприклад, Amazon запроваджує функції перегляду товарів у 360°, рекомендаційні блоки на основі історії переглядів та A+ Content для розширеного опису бренду. Rozetka, своєю чергою, зосереджується на структурованих галереях зображень, відеооглядах від платформи та користувачів, а також яскравих банерах у категоріях. Такі візуальні елементи виконують функції цифрового вітрини, сприяючи залученню уваги, формуванню першого враження та підвищенню рівня довіри до продавця. Згідно з дослідженнями, якісний візуальний контент здатен збільшити конверсію на 30–50% [2]. Однак ефективність візуального мерчендайзингу в маркетплейсах залежить не лише від якості зображень, а й від їх відповідності очікуванням цільової аудиторії, адаптивності під мобільні пристрої та інтеграції з іншими інструментами маркетингу. Отже, візуальні стратегії є невіддільною частиною цифрового мерчендайзингу та важливим фактором успіху товару на маркетплейсах. Порівняльний аналіз платформ Rozetka та Amazon демонструє, що ефективне поєднання інформативності, естетики та інтерактивності візуального контенту дозволяє суттєво покращити користувацький досвід і сприяти зростанню продажів.

Література:

1. Michel Wedel and Rik Pieters Eye Tracking for Visual Marketing. *Foundations and Trends in Marketing*, 2008. Vol. 1: No. 4, pp 231-320.

2. Як оформити картку товару на маркетплейсі: поради від Rozetka. URL: https://blog.rozetka.com.ua

МЕТОДОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ЗАЙНЯТОСТІ НАСЕЛЕННЯ

Дороніна М.С., Перерва П.Г.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Зайнятість населення – один із ключових показників соціально-економічного розвитку країни. Вона визначає рівень добробуту громадян, ефективність використання трудового потенціалу та стабільність національної економіки. Однак, процеси аналізу, обліку та прогнозування зайнятості часто стикаються з методологічними проблемами, що ускладнюють прийняття обґрунтованих управлінських рішень. Згідно з методикою Міжнародної організації праці (МОП), зайнятими вважаються особи, які виконують оплачувану роботу хоча б одну годину протягом звітного тижня. Але в національних методиках часто використовуються відмінні підходи – наприклад, класифікація за формальним/неформальним сектором, самозайнятість, сезонність тощо. Це створює неоднозначність у статистичних оцінках, особливо в порівнянні між різними країнами або регіонами. Основні методологічні труднощі: суперечливість понять: офіційна та фактична зайнятість часто не збігаються; відсутність точного обліку неформальної економіки: багато працівників не реєструються офіційно; складність оцінки фрілансу, ГІГ-економіки: нові форми праці не враховуються традиційною статистикою; недосконаліть опитувальних інструментів: соціологічні дослідження можуть давати викривлені результати. Методологічні проблеми політики зайнятості: визначення оптимального рівня зайнятості: важко обґрунтувати цільові показники в умовах змінного ринку праці; невідповідність між попитом і пропозицією робочої сили: проблема "структурного безробіття"; труднощі в оцінці ефективності державних програм: відсутність єдиних критеріїв впливу на зайнятість; неповна адаптація до цифрових трансформацій у сфері праці. Методологічні проблеми зайнятості населення суттєво впливають на точність аналізу та ефективність соціально-економічної політики. Їхнє подолання потребує комплексного підходу, гармонізації з міжнародними стандартами, а також впровадження інноваційних інструментів збору та аналізу даних.

Література:

1. Лайко П.А. Інформаційне забезпечення формування і функціонування ринку науково-технічної продукції як невід'ємна складова інноваційної діяльності // *Економіка АПК*. 2008. №7. С. 96-105.

2. Бузовський Є.А., Вітвицька О.Д., Скрипниченко В.А. Інновації в оцінюванні енергетичної ефективності та енергоємності сільськогосподарського виробництва // *Агроінком*. 2008. № 7 (10). С. 50–56.

3. Витвицька О.Д. Механізм реалізації мотивацій інноваційного підприємства : монограіфія. К.: Аграр Медіа Груп, 2011. 320 с.

4. Кулаєць М.М. Інноваційне забезпечення продовольчої безпеки в Україні і світі // *Агроінком*. 2011. № 1-3. С. 28.

5. Перерва, П.Г. Інноваційні технології реструктуризації промислового підприємства. Маркетинг інновацій і інновації у маркетингу: збірник тез доповідей VIII Міжнар. науково-практ. конф., 25-26 вересня 2014 р. Суми: ТОВ "ДД "Папірус", 2014. С. 119-121.

ЗАСТОСУВАННЯ ЦИФРОВОГО МАРКЕТИНГУ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ РОЗВИТКОМ ПІДПРИЄМСТВ У СФЕРІ ОНЛАЙН-ПОСЛУГ

Дрепін І.М., Райко Д.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Під час цифрової трансформації економіки онлайн-послуги стають одними з найдинамічніших напрямів бізнесу. Підприємства, що працюють у цій сфері, зіштовхуються не лише з високою конкуренцією, але й з необхідністю швидко адаптуватися до змін у поведінці споживачів, технологіях та ринкових умовах. У цих умовах цифровий маркетинг перестає бути виключно інструментом просування, він перетворюється на повноцінний інструмент стратегічного управління розвитком підприємства. Його застосування забезпечує ефективну підтримку прийняття рішень, формування конкурентних переваг, планування майбутнього зростання та підвищення клієнтської цінності [1].

Розглянемо напрями застосування цифрового маркетингу для прийняття управлінських рішень.

Аналіз попиту та поведінки споживачів. Застосування інструментів аналітики дозволяє глибоко вивчати дії користувачів та на основі цього прогнозувати попит, визначати ефективні канали залучення споживачів, а також виявляти нові сегменти ринку.

Підтримка стратегічного планування. Завдяки зібраним даним про ринок, конкурентів та клієнтів, цифровий маркетинг надає підприємству аналітичну базу для визначення векторів розвитку, масштабування послуг та впровадження нових сервісів. Це дозволяє будувати довгострокові стратегії на основі фактичних даних, а не інтуїції. Інформаційна підтримка управлінських рішень. Аналітика в реальному часі, динаміка поведінки клієнтів, ефективність каналів просування. Усе це є джерелом даних для оперативного прийняття рішень на всіх рівнях від тактичного (наприклад, зміна рекламної стратегії, оптимізація ресурсів) до стратегічного (вибір нових ринків чи напрямів розвитку). Управління лояльністю та взаємодією з клієнтами. Систематична робота з цифровими каналами допомагає не лише залучати, а й утримувати клієнтів, формувати довіру до бренду та збільшувати довгострокову цінність споживача.

Цифровий маркетинг для підприємств, що працюють у сфері онлайн-послуг, є більше, ніж просто засіб просування. Він виконує роль системного інструменту управління розвитком. Його ефективне застосування забезпечує глибоке розуміння ринку, адаптивність до змін, обґрунтоване стратегічне планування, оптимізацію витрат, зміцнення відносин із клієнтами.

Література:

1. Marino-Romero J.A., Palos-Sanchez P.R. & Velicia-Martin F. The organizational impact in KIBS companies of certain digital marketing factors: digital capabilities and internet technologies. *Journal of Marketing Analytics*. 21 May 2024. Palgrave Macmillan. DOI: https://doi.org/10.1057/s41270-024-00322-1

ЗНАЧЕННЯ СТРАТЕГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ В УМОВАХ СУЧАСНИХ ВИКЛИКІВ

Дубініна Д.Є., Коптєва Г.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У контексті сучасної глобалізованої економіки, де зростає інтенсивність конкурентної боротьби, зростають ризики та невизначеність, особливо в умовах військового стану в Україні, стратегічне управління набуває ключового значення для забезпечення стабільного функціонування та сталого розвитку підприємств [1; 2]. Стратегічний менеджмент дозволяє підприємствам формулювати довгострокові цілі, визначати пріоритетні напрямки діяльності, ефективно адаптуватися до змін зовнішнього середовища, раціонально використовувати ресурси та підвищувати свою конкурентоспроможність [3].

Формування та реалізація стратегії передбачає дотримання основоположних принципів, які мають бути узгоджені з загальною філософією управління підприємством. Центральне місце серед них займає принцип рентабельності, що орієнтує на досягнення економічної ефективності та сталого прибутку. Водночас стратегічні підходи формують логічну структуру розвитку підприємства та слугують орієнтиром для ухвалення управлінських рішень на різних рівнях.

Однією з особливостей стратегічного управління є необхідність роботи в умовах невизначеності, що вимагає поєднання глибокого аналітичного підходу з інтуїтивними рішеннями менеджменту. До ключових характеристик стратегічних рішень належать високий рівень ризику, складність прогнозування результатів, необхідність урахування людського капіталу як базової компетенції організації, а також спрямованість на задоволення змінних запитів споживачів. Гнучкість та здатність до трансформації стають вирішальними для виживання та процвітання бізнесу в довгостроковій перспективі.

Однак ефективне стратегічне управління потребує значних інвестицій у вигляді часу, фінансових та людських ресурсів, а також гармонізації з внутрішніми системами підприємства – такими як мотивація персоналу, бюджетування, корпоративна культура тощо. З огляду на це, стратегічне управління слугує фундаментом для формування чіткого та узгодженого курсу розвитку організації, сприяючи зниженню управлінських ризиків, підвищенню мотивації персоналу та зміцненню позицій підприємства на ринку.

Література:

1. Коптєва Г.М. Теорія та методологія забезпечення економічної безпеки бізнес-процесів торговельного підприємства: монографія. Харків: Видавництво: Іванченка І.С., 2020. 254 с.

2. Коптєва, Г.М. (2023) Корпоративна соціальна відповідальність як інститут розвитку бізнесу. *Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Серія: економічні науки,* (6), 34–37.

3. Коптєва Г.М., Кулик А.В. Управління стратегічними змінами: систематичний огляд літератури. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: економічні науки.* Харків: НТУ «ХПІ». 2024. № 5. С. 54-59.

МІЖНАРОДНИЙ РИНОК РЕКЛАМИ: СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ

Дудка О.А., Єфремов М.І., Ларка Л. С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Процеси цифровізації активно змінюють міжнародний ринок реклами. Нові можливості штучного інтелекту посилюють персоналізацію пропозиції, стрімкий розвиток соціальних мереж обумовлює розвиток рекламних технологій в цій сфері [1]. Міжнародний ринок реклами є висококонцентрованим. Найкрупнішими гравцями на ньому є: WPP (Лондон), Omnicom Group (Нью-Йорк), Publicis Groupe (Париж), Accenture Interactive (Дублін) та Interpublic Group of Cos. (Нью-Йорк) [2].

Виходячи з посилення ролі соціальних мереж у формуванні комунікаційної політики компаній, зростає значення контенту, який вони розміщують на своїх сторінках. Відомі транснаціональні корпорації здебільшого є соціально свідомими, що знаходить відображення у їх контенті. Так, у рекламних роликах висвітлюються моменти відрахування частини виторгу на екологічні заходи, використання у пакуванні продуктів вторинної переробки тощо. Великі можливості в рекламі з’явилися завдяки штучному інтелекту. Новітні технології в цій сфері дозволяють генерувати цікавий контент [3].

Очікується, що міжнародний ринок реклами буде розвиватися за такими напрямами: відбудеться подальша концентрація міжнародного рекламного ринку, оскільки існуючі гравці на цьому ринку є не просто рекламними компаніями, а потужними медіаімперіями з великими бюджетами та професіоналами своєї справи; штучний інтелект суттєво збільшість можливості персоналізації пропозиції за рахунок більш ретельного аналізу купівельної поведінки споживачів, інтересів цільової аудиторії; в рекламних кампаніях буде приділятися увага корпоративним цінностям, що дозволить краще узнати компанію, створити ефект залучення для споживачів.

Таким чином, міжнародний ринок реклами постійно розвивається, максимально ураховуючи можливості цифровізації.

Література:

1. Слєпцов О. О., Прядка А. Є., Ларка Л. С. Особливості рекламної діяльності в системі міжнародного бізнесу. *Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я* : тези доп. 32-ї міжнар. наук.-практ. конф. MicroCAD–2024, [22-25 травня 2024 р.] Харків : НТУ "ХПІ". 2024. С. 889.

2. Рябак В.А., Брензович К.С. Тенденції та перспективи розвитку світового рекламного ринку. *Науковий вісник Ужгородського національного університету*. *Серія: Міжнародні економічні відносини та світове господарство.* 2023. № 49. С. 132 – 136.

3. Чернишова Л.О. Світовий ринок реклами: основні тенденції розвитку. *Інфраструктура ринку*. 2021. № 56. С. 21 – 25.

ДОСЛІДЖЕННЯ КОМЕРЦІЙНОЇ СПРИЙНЯТЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЙ

Дюжев О.В., Косенко А.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасному високотехнологічному суспільстві створення нових технологій недостатньо для їхнього комерційного успіху. Не менш важливим є здатність технології до сприйняття ринком, її привабливість для інвесторів, бізнесу і кінцевих споживачів. Цей феномен прийнято називати комерційною сприйнятливістю технологій. Комерційна сприйнятливість – це потенціал нової технології бути прийнятою ринком, інтегрованою у бізнес-моделі та забезпечити економічний прибуток. Вона залежить не лише від технічної новизни, а й від попиту на ринку, економічної доцільності впровадження, простоти масштабування, наявності інфраструктури. Основні чинники комерційної сприйнятливості: ринкова потреба (Чи вирішує технологія реальну проблему? Чи існує цільовий ринок, готовий заплатити?); конкурентоспроможність (Наскільки нова технологія краща (дешевша, швидша, ефективніша), ніж існуючі аналоги?); вартість розробки і впровадження (Чи доступна технологія для комерціалізації за помірну ціну?); правові та регуляторні аспекти (Чи існують патенти, чи відповідає законодавству?); готовність до масштабування (Чи можна розгорнути технологію на великому рівні з мінімальними витратами?). Методи оцінювання сприйнятливості: SWOT-аналіз технології, матриця Бостонської консалтингової групи (BCG), методика TRL (Technology Readiness Level), оцінка ROI (Return on Investment) на стадії розробки. Практичні приклади: успішна комерціалізація технології блокчейн у фінансовій сфері – завдяки високій довірі до безпеки та ефективності транзакцій; низька сприйнятливість водневої енергетики в Україні – через високу вартість інфраструктури, відсутність готового ринку.

Комерційна сприйнятливість є критичним показником життєздатності технології на ринку. Для забезпечення її успіху потрібна міждисциплінарна стратегія: від інженерної досконалості до маркетингового аналізу. Визначення таких факторів на ранньому етапі дає змогу підвищити інвестиційну привабливість і скоротити ризики провалу.

Література:

1. Кулаєць М.М. Удосконалення інноваційної підприємницької діяльності/ М.М. Кулаєць, М.Ф. Бабієнко, П.А. Лайко, П.М. Музика, О.Д. Витвицька, Є.А. Бузовський, В.А. Скрипниченко, М.М. Лучник// Економіка АПК. 2009. №5. С.76-87

2. Витвицька О. Д. Формування стратегії інноваційного розвитку аграрних підприємств. Економіка АПК. 2011. С.132-138

3. Кваша С. М. Механізм підтримки сільськогосподарського виробництва та шляхи його удосконалення : моногр. / С.М. Кваша, О.Д.Витвицька, К.В.Наконечна. К.: ННЦ ІАЕ, 2009. 200 с.

4. Лайко П. А. Фактори підвищення рівня продовольчої безпеки / П. А. Лайко, М. Ф. Бабієнко, Т. Д. Іщенко // Економіка АПК. – 2006. – № 8. – С. 20–28.

5. Бажал Ю.М. Інноваційне підприємництво: креативність, комерціалізація, екосистема : навч. посібник. Київ: Пульсари, 2015. 278 с.

ВНУТРІШНІ ДЕБІТОРИ: ОСОБЛИВОСТІ ОБЛІКУ РОЗРАХУНКІВ

Єрмолаєва М. В., Дудник О. М.,
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава

Облік розрахунків з внутрішніми дебіторами є актуальним для великих підприємств, холдингів, бюджетних установ та підприємств із значною внутрішньою господарською взаємодією. При цьому слід дати визначення терміну «внутрішні дебітори». Отже, внутрішні дебітори – це працівники або структурні одиниці всередині підприємства або організації, з якими виникають внутрішні фінансові розрахунки. Це можуть бути особи, які отримали кошти під звіт, матеріально-відповідальні особи, інші працівники підприємства, а також філії та підрозділи або учасники корпоративної групи в рамках холдингу.

В розрахунках з підзвітними особами дебіторська заборгованість виникає внаслідок одержання коштів на витрати , пов'язані з службовим відрядженням, на господарські потреби або розрахунки з громадянами. Ці особи мають у встановлені терміни подати звіт про використання коштів або повернути невикористані суми в касу або на рахунок підприємства.

Дебіторська заборгованість матеріально-відповідальних осіб виникає внаслідок виявленої нестачі під час інвентаризації або пошкодження чи знищення майна, за яке вона несе відповідальність. При цьому матеріально-відповідальна особа повинна відшкодувати завдані збитки і така заборгованість вважається внутрішньою дебіторською заборгованістю.

В разі надання безвідсоткової або пільгової позики своїм працівникам у підприємства також виникає дебіторська заборгованість, яка вважається внутрішньою. Крім того, при помилковому нарахуванні працівнику премії або технічної помилки під час виплати заробітної плати також може виникати дебіторська заборгованість, яка є внутрішньою і підлягає коригуванню.

До проблемних питань обліку внутрішньої дебіторської заборгованості можна віднести ризик несвоєчасного повернення у вигляді втрати контролю за розрахунками з підзвітними особами, пробіли в облікових регламентах, коли на підприємстві відсутній чіткий внутрішній регламент повернення коштів та перевірки звітів, відсутність аналітичного обліку. Для покращення аналітичності обліку можливе запровадження окремої звітності підприємства щодо розрахунків з внутрішніми дебіторами за їх видами та термінами погашення. Це посилить внутрішній контроль на підприємстві, оскільки при часто невеликих сумах заборгованості існує ймовірність їх неповернення, що може мати ознаки шахрайства або втрати коштів підприємством.

Література:

1.Національне положення (стандарт) бухгалтерського обліку 10 «Дебіторська заборгованість» : затв. Наказом МФУ від 08.09.1999 р. № 237. Дата оновлення 03.11.2020. *Верховна рада України.* URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0725

ОСОБЛИВОСТІ ОБЛІКУ ГОСПОДАРСЬКИХ ПРОЦЕСІВ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

Єрмолаєва М. В., Канцедал Н. А.
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава

Воєнний стан, який запроваджений в Україні внаслідок повномасштабної агресії РФ, став справжнім викликом для економіки країни. Для бізнесу і, відповідно, для бухгалтерів облікове відображення діяльності підприємства в умовах воєнного стану стало новою і складною реальністю. Слід зазначити, що незважаючи на воєнний стан дія ЗУ № 996 не зупинена і ведення обліку діяльності підприємств лишається обов'язковим для всіх.

На сьогоднішній день бухгалтерський облік повинен стати гнучким, швидко адаптуватися під реалії життя країни, і враховати не лише бухгалтерське законодавство, а й зміни правових та соціальних аспектів життя суспільства. Аналізуючи нормативну бази, можемо виділити основні особливості ведення обліку під час війни, зокрема: звільнення суб'єктів підприємницької діяльності від відповідальності за порушення термінів оприлюднення фінансової та іншої звітності [1]; можливість надання пояснень та відновлення облік за альтернативними джерелами підприємствами, що втратили первинні документи [2]; необхідність фіксації втраченого майна; особливості кадрового обліку мобілізованих громадян [3]; облік гуманітарної допомоги і безкоштовної передачі майна на воєнні і виробничі потреби; відображення в обліку вимушених простоїв та втраченої вигоди; облік додаткових витрат, які виникають внаслідок релокації бізнесу; необхідність створення резервів для відновлення бізнесу.

Тому перед бухгалтерським обліком постає завдання зберегти фінансову прозорість, зафіксувати збитки та забезпечити правомірність майбутніх компенсацій. Успішна адаптація залежить від професійної обізнаності бухгалтера, гнучкості облікової політики та якісного документообігу.

Література:

1. Про внесення змін до Закону України «Про захист інтересів суб'єктів подання звітності та інших документів у період дії воєнного стану або стану війни» щодо звільнення від відповідальності за порушення строків оприлюднення фінансової звітності у період дії воєнного стану або стану війни : Закон України від 19.07.2022 р. № 2436. Верховна рада України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2436-20#Text

2. Податковий Кодекс України : закон України від 2.12.2010 р. № 2755. Дата оновлення 01.04.2025 р. Верховна рада України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2755-17#Text

3. Про соціальний і правовий захист військовослужбовців та членів їх сімей : Закон України від 20.12.1991 р. № 2011. Дата оновлення 09.02.2025 р. Верховна рада України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2011-12#Text

НАПРЯМИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ОБЛІКУ ВИТРАТ НА КАПІТАЛЬНИЙ РЕМОНТ ОСНОВНИХ ЗАСОБІВ

Єрмолаєва М. В., Малюта В. В.
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава

Основні засоби становлять основу матеріально-технічної бази підприємства. Від того, наскільки якісно вони використовуються, настільки ефективно підприємство буде виконувати свою діяльність. Тому одним з завдань, що ставляться перед відповідальними особами є збереження об'єктів у працездатному стані, а перед обліковою службою – правильне облікове відображення процесів модернізації та ремонтів.

Одним з напрямів удосконалення обліку ремонтів і модернізації основних засобів підприємства є вдосконалення облікової політики підприємства.

Обліковій службі необхідно чітко визначити критерії розмежування між ремонтами та модернізацією. Важливо деталізувати, які витрати капіталізуються, а які відносяться до поточних. Це має бути зафіксовано у наказі про облікову політику.

Впровадження сучасних ERP-систем дозволяє ефективніше відстежувати витрати на ремонти, вести аналітичний облік, автоматизувати списання об'єктів та нарахування амортизації. За наявності технічної можливості актуальності набуває впровадження QR-кодування чи RFID-технологій для обліку фізичної наявності об'єктів.

Під час проведення модернізації або капітального ремонту об'єктів доцільно залучати фахівців до оцінки ефективності змін: чи дійсно модернізація подовжує строк служби, збільшує потужність або змінює функціональність відремонтованих об'єктів. У разі суттєвих змін варто застосовувати оцінку за справедливою вартістю.

Для ефективної оцінки понесених витрат і формування бюджетів доцільно облік ремонтів вести за їх видами – поточний, капітальний, аварійний, профілактичний. Крім того слід передбачити облік за центрами відповідальності. Це допоможе здійснювати контроль за рівнем понесених витрат в розрізі виробничих підрозділів підприємства та матеріально-відповідальних осіб.

В організації обліку витрат на капітальний ремонт підприємство може розробити власні форми документів для оформлення проведених робіт і понесених витрат. Таку документацію слід зберігати як в паперовому, так і в електронному форматі.

В останні роки поширення набуває ведення обліку згідно МСФЗ, особливо у великих підприємствах, які виходять на міжнародні ринки. Гармонізація обліку з вимогами МСФЗ сприятиме збільшенню прозорості та інвестиційної привабливості підприємства.

Слід зазначити, що вдосконалення обліку ремонтів і модернізацій сприятиме підвищенню ефективності управління основними засобами та реалістичного відображення їх вартості в обліку.

ОПОДАТКУВАННЯ ДОХОДІВ ГРОМАДЯН:ЕТАПИ СТАНОВЛЕННЯ

Єрмолаєва М. В., Токарева А. І.,
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава

Податки, які громадяни сплачують зі своїх доходів, є суттєвим джерелом наповнення державного бюджету. Доходи громадян оподатковуються протягом всієї історії існування держави. У період до 1991 р. основним податком, що сплачували громадяни, був прибутковий податок. Його розмір періодично змінювався, але в середньому становив 13 %. Слід зазначити, що у цей період прибутковий податок не стягувався з заробітної плати колгоспників, але поповнення бюджету відбувалось за рахунок сплати ними інших податків та зборів.

Із набуттям Україною незалежності почала формуватися нова, притаманна виключно нашій країні, система оподаткування. В цей період було прийнято Декрет КМУ «Про прибутковий податок з громадян», яким було затверджено перелік доходів громадян, які підлягають оподаткуванню, визначені види доходів, на які громадяни мають право зменшити розмір оподатковуваних доходів та затверджена прогресивна шкала оподаткування. Прогресивна шкала оподаткування була побудована за принципом – хто більше заробляє, той більше платить.

Такий підхід до оподаткування доходів громадян не сприяв збільшенню надходження податкових платежів, навпаки, спонукав працівників шукати шляхи для приховування розміру доходів, зокрема надвисоких, і в Україні з'явилась так звана «зарплата в конвертах».

На початку 2000-х років з'явилась гостра необхідність виведення доходів з «тіні» і прийнятий Закон «Про податок з доходів фізичних осіб», згідно з яким прогресивна шкала оподаткування була скасована і до всіх доходів застосовувалась єдина ставка оподаткування - 13 %, пізніше 15 %. Такий підхід в повній мірі відповідав європейській тенденції до уніфікації і спрощення оподаткування і полегшував ведення обліку.

Запровадження у 2011 р. Податкового кодексу призвело до втрати чинності окремих нормативних актів і законів, які регламентували систему оподаткування в Україні. Тепер ми маємо єдиний документ, які визначає систему оподаткування і регламентує порядок нарахування і сплати податків в межах країни. Відповідно до діючого ПКУ зі змінами і доповненнями, ставка ПДФО становить 18 %. Крім того, ПКУ визначає інші ставки ПДФО, які застосовуються до інших видів доходів громадян окрім заробітної плати. Окрім ПДФО громадяни є платниками військового збору, ставка якого на сьогодні становить 5 % [1].

Література:

1.Податковий кодекс України : Закон України від 2.12.2010 р. № 2755. Дата оновлення 01.04.2025 р. *Верховна Рада України.* URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2755-17#Text

МАРКЕТИНГ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПОЗИТИВНИХ ЗМІН: ВИКЛИКИ, ТРАНСФОРМАЦІЇ, МОЖЛИВОСТІ

Жегус О.В.
Державний біотехнологічний університет, м. Харків

У сучасному світі турбулентність, нестабільність, невизначеність і надмірна комерціалізація стали нормою, що вимагає адаптації маркетингових стратегій та техноголгій. Але цього буде не достатньо, важливо змінювати саму парадигму. Тому маркетинг, як філософія бізнесу, повинен трансформуватись із функціонального інструменту продажу на стратегічну філософію створення доповненої цінності і сенсів. Маркетинг перетворюється на мультидисциплінарний інструмент позитивних змін для людини, суспільства, бізнесу і світу в цілому. Маркетинг XXI століття змінює акценти зі стимулювання попиту на побудову довготривалої взаємодії на основі сенсових зв'язків між брендами, цінностями і реальними запитами і очікуваннями людей та суспільства. Сучасна парадигма Маркетингу 5.0. базується на принципі людиноцентричності і спрямована на новий тип взаємодії – зосередженість на запитах, що змінюються; добробуті, емоційному комфорті, інклюзивності, культурній ідентичності. Під впливом глобальних трендів сталого розвитку відбувається переорієнтація маркетингових стратегій на екологічну, соціальну та етичну відповідальність. Успішні кейси провідних світових та українських компаній, які не лише продають, а впроваджують ESG-підходи, оцінюють вплив своїх маркетингових рішень на середовище, громади, майбутні покоління, тим самим намагаючись вирішувати глобальні проблеми, свідчать про посилення їх лідерства і здатності формувати навколо себе лояльних та відданих споживачів.

Змінюється не лише інструментальна складова і технології маркетингу, а його сутність. Маркетинг можливостей, як нова парадигма створення доданої споживчої цінності і сенсів, передбачає перехід від маніпуляцій – до натхнення та емоцій, від впливу – до створення умов для розвитку, від споживання – до співтворення цінності. Концепція маркетингу можливостей забезпечує принципове переосмислення підходів до управління бізнесом в умовах нової реальності шляхом пошуку перспектив та їх реалізації. Постійний пошук або цілеспрямоване створення нових можливостей для розвитку бізнесу в новій реальності та ініціації необхідних змін забезпечує ударостійкість та резильєнтність бізнесу. Відповідно до нового погляду маркетинг можливостей ґрунтується на принципах реактивності, ініціативності, проактивності, інноваційності, креативності, людиноцентричності, відповідності, екологічності, гнучкості, критичного мислення, емпатії та оптимізму.

Маркетинг нового покоління – це відповідальна місія, яка повинна слугувати платформою для конструктивних змін в умовах глобальних процесів та гібридних загроз. Настав час, коли маркетологи мають мислити категоріями цінності, корисності, відповідальності, діяти як етичні інноватори та відчувати себе агентами позитивного впливу.

ІННОВАЦІЙНИЙ РОЗВИТОК ПІДПРИЄМСТВА

Жмутський І.А., Долина І.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасній економіці інновації є ключовим чинником підвищення конкурентоспроможності та довгострокового успіху підприємств. Швидкі технологічні зміни, глобалізація ринків і постійне зростання споживчих очікувань формують потребу у системному підході до інноваційного розвитку. Метою цієї доповіді є аналіз основних напрямків, умов і механізмів впровадження інновацій на підприємстві. Інноваційний розвиток – це цілеспрямований процес удосконалення структури, продуктів, технологій і управлінських рішень підприємства з метою досягнення стабільного зростання та адаптації до змін зовнішнього середовища. Види інновацій на підприємстві: продуктові інновації: створення нових або вдосконалених товарів і послуг; процесні інновації: оптимізація виробництва, логістики, цифровізація; організаційні інновації: нові моделі управління, корпоративна культура; маркетингові інновації: нові підходи до просування, брендингу, ціноутворення.

Чинники успішного впровадження інновацій: наявність лідерства та підтримки з боку топ-менеджменту, фінансова спроможність підприємства, кадровий потенціал (інженери, аналітики, новатори), співпраця з науковими установами та стартапами, інноваційна культура всередині компанії. Перешкоди інноваційному розвитку: недостатнє фінансування, ризик неприйняття нововведень персоналом, висока конкуренція за таланти, законодавчі обмеження, труднощі у трансфері технологій. Приклади інноваційної діяльності: IT-компанії (напр., SoftServe, EPAM): впровадження R&D центрів; агропромислові підприємства: використання дронів, GPS-контролю, біотехнологій; виробництво: перехід до "розумних фабрик" (smart factories) на базі IoT. Інноваційний розвиток – це не разова акція, а постійний стратегічний процес. Підприємства, які інвестують у інновації, адаптуються до змін, підвищують ефективність та забезпечують стійке зростання. Формування інноваційної екосистеми на рівні підприємства – запорука його конкурентоспроможності в умовах нової економіки.

Література:

1. Перерва, П.Г. Інноваційні технології реструктуризації промислового підприємства. Маркетинг інновацій і інновації у маркетингу: збірник тез доповідей VIII Міжнар. науково-практ. конф., 25-26 вересня 2014 р. Суми: ТОВ "ДД "Папірус", 2014. С. 119-121.

2. Лайко П.А. Удосконалення інноваційної діяльності в АПК – вимоги часу. Економіка АПК. 2007. №12. С.85-91.

3. Кулаєць М.М. Інноваційна діяльність в агропромисловому виробництві України // Економіка АПК. 2010. № 6. С. 113.

4. Кулаєць М.М., Куцеконь Л.О. Стратегія інноваційного розвитку сільськогосподарських підприємств // Економіка АПК. 2009. №7. С. 75– 80.

5. Витвицька О.Д. Роль комерціалізації інноваційної продукції у забезпеченні розвитку економіки. Агроінком. 2010. №10-12. С. 12-18.

ОСОБЛИВОСТІ УПРАВЛІННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНОЮ ПОВЕДІНКОЮ ПРАЦІВНИКІВ ПІДПРИЄМСТВ ТОРГІВЛІ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

Замула О.В., Замула О.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Діяльність підприємств торгівлі в Україні здійснюється в умовах повномасштабної війни та впливу нестабільного зовнішнього середовища. Протягом цього періоду виникає висока ймовірність здійснення російських атак на торговельні майданчики та місця розташування складських приміщень, що може спричинити суттєві пошкодження майна, а також виникає ризик поранень чи загибелі людей. Також зазнає суттєвих змін робочий та особистісний простір працівників через необхідність забезпечення їх фізичної безпеки, що вимагає формування знань і вмінь у керівників зі швидкого планування й адаптації до різного роду екстремальних ситуацій.

Разом з цим ускладнюється процес управління організаційною поведінкою персоналу суб'єктів господарювання, оскільки люди перманентно переживають стресові ситуації, які нерідко призводять до зниження їх працездатності, Негативні реакції працівників проявляються на рівні їх фізіології, психології та поведінки. Через велику кількість повітряних тривог і хвилювання у людей можуть спостерігатися порушення орієнтування у просторі, прояви агресії, невпевненості, панічні настрої та порушення функціонування організму, загострення хронічних хвороб і поява постійної втомлюваності. Отже, виникає необхідність формування дієвих способів підтримки працівників і зменшення впливу стресових факторів на них. Стрес-менеджмент може здійснюватися на рівні держави, компанії чи окремої особи.

Керівники підприємств торговельної сфери можуть зменшити вплив негативних стресових ситуацій та покращити психоемоційний стан працівників за допомогою удосконалення системи мотивації праці й покращення загального психологічного клімату в колективі. Бажано якнайшвидше призначити особу, яка буде відповідальною за координацію управління стресами, організацію та проведення профілактичних заходів з усунення їх проявів. Допоможе також наявність чітких планів дій під час повітряної тривоги, та правил поводження в екстремальних ситуаціях, що дозволить персоналу бути більш організованим і поводитися згідно інструкцій так, щоб зберегти свій психічний та фізіологічний стан у межах норми, не наражаючи на небезпеку інших працівників своєю поведінкою.

УПРАВЛІННЯ ЗАПАСАМИ НА ПІДПРИЄМСТВАХ МАЛОГО БІЗНЕСУ В УМОВАХ ПОТОЧНИХ КОЛИВАНЬ ПОПИТУ

Заруба В.Я., Болдирєв В.І.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Під запасами розуміються обігові ресурси, що призначаються для задоволення потреб у них у майбутньому. Управління запасами є важливою функцією менеджменту для абсолютної більшості підприємств. Запаси зберігаються для: подальшого продажу в умовах торгової діяльності підприємства; використання при виробництві продукції, виконанні робіт і наданні послуг. У ситуації, коли інтенсивність попиту є випадковою величиною, можуть виникати втрати, пов'язані або з дефіцитом товарів або із зберіганням їх нереалізованих обсягів [1, 2].

У більшості використовуваних процедур управління вибір обсягів запасів на наступний період часу здійснюється у відповідності з очікуваним обсягом майбутніх замовлень на продукцію. При цьому не враховується, що зміна попиту на одиницю у певний бік (більший або менший) може приводити до набагато більшого зменшення операційного ефекту, ніж зміна попиту на одиницю у протилежний бік. Більш ефективна процедура вибору поточних обсягів запасів полягає у використанні критерія максимуму очікуваного операційного ефекту. У цьому випадку результат прогнозування, який полягає лише у визначенні очікуваної величини попиту, є недостатнім для відшукування обсягу виробництва. Для оптимізації економічних результатів потрібна інформація про імовірності можливих відхилень обсягів попиту від його очікуваної величини.

На багатьох малих підприємствах для побудови автоматизованих систем управління запасами застосовуються інструменти MS Excel, бази даних, створені на MS Access, і деякий універсальний веб-ресурс для Інтернет-комунікацій з базою даних. Переваги такого підходу перед застосуванням типових застосунків полягають у можливості більш повного урахування особливостей бізнесу підприємства, спрощенні автоматизованого керування за рахунок використання відомих IT інструментів.

Література:

1. Zaruba, V., Potrashkova, L., Guryanova, L., Sokol, K., Kuksa, I. (2022). Analysis of the policy of operation activity of an enterprise with product reservation. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (3 (115)), 31–42.

2. Заруба В. Я., Чмерук Т.Ю. Аналіз та прогнозування коливань попиту на основі маркетингових даних: інструменти для ефективного планування обсягів виробництва. *Internauka. Series: Economic Sciences*. 2024. № 11. 21.

КРИПТОСПЕКУЛЯЦІЯ: ІНСТРУМЕНТ ЧИ РИЗИК ДЛЯ ФІНАНСОВОЇ АВТОНОМІЇ ПІДПРИЄМЦЯ?

Застьола Є.О., Сергієнко О.А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасному світі криптовалюти стали невід'ємною частиною фінансового ландшафту, викликаючи жваві дискусії щодо їхнього впливу на економіку та бізнес. Однією з ключових переваг криптоспекуляції для підприємців є можливість швидкого залучення капіталу. Завдяки волатильності криптовалют, таких як біткоїн чи ефіріум, спекулятивні операції можуть приносити значний прибуток за короткий час. Це особливо привабливо для малого та середнього бізнесу, який часто стикається з обмеженим доступом до традиційних джерел фінансування, таких як банківські кредити. Крім того, децентралізована природа криптовалют дозволяє уникати бюрократичних перешкод і залежності від фінансових посередників, що сприяє більшій свободі у прийнятті рішень. Проте криптоспекуляція несе в собі значні ризики, які можуть підірвати фінансову стабільність підприємця. Висока волатильність ринку означає, що ціни на криптовалюти можуть різко падати, призводячи до значних збитків. Відсутність регулювання у цій сфері також підвищує ймовірність шахрайства та маніпуляцій, що становить загрозу для недосвідчених інвесторів. Більш того, брак знань про крипторинки та технології блокчейн може призвести до помилкових рішень, які загрожують не лише капіталу, а й репутації бізнесу. З іншого боку, криптоспекуляція відкриває перспективи для диверсифікації фінансових стратегій. Підприємці можуть використовувати криптовалюти як альтернативний актив для хеджування ризиків, пов'язаних із традиційними ринками. Наприклад, інвестування частини прибутку в стабільні монети (stablecoins) може слугувати захистом від інфляції, тоді як спекуляція на більш волатильних активах – джерелом додаткового доходу. Розвиток децентралізованих фінансових платформ (DeFi) також пропонує нові інструменти для залучення коштів, такі як токенізація бізнес-проєктів чи участь у пулах ліквідності. [1]

Отже, криптоспекуляція є одночасно потужним інструментом і значним ризиком для фінансової автономії підприємця. Її успішне використання вимагає глибоких знань, обережного підходу та готовності до нестабільності. Для того, щоб криптовалюти стали надійною підтримкою бізнесу, необхідно розвивати фінансову грамотність у цій сфері та впроваджувати стратегії управління ризиками. Лише за таких умов криптоспекуляція може сприяти зміцненню незалежності підприємців і сталому розвитку їхніх проєктів.

Література:

1. Нечай О. Поняття, види та перспективи використання криптовалюти в Україні. Scientific journal «MODELING THE DEVELOPMENT OF THE ECONOMIC SYSTEMS» URL:https://mdes.khmnu.edu.ua/index.php/ mdes/article/download/291/263/631

ЕКОЛОГІЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ: АКТУАЛЬНІСТЬ ДЛЯ УКРАЇНИ

Захарова О.В., Табурець І.І.
Черкаський державний технологічний університет, м. Черкаси

Україна за різних причин має складну екологічну ситуацію, яка з часом загострюється, що потребує невідкладного запровадження інструментів екологічного менеджменту. У чому ж причина такого стану? По-перше, в країні протягом всього періоду незалежності країни спостерігається високий рівень забруднення повітря. Останніми роками столиця країни, місто Київ, часто потрапляла до найвищих щаблів рейтингу міст світу з високим забрудненням повітря. Аналогічна ситуація є характерною і для всіх крупних промислових міст країни (Донецьк, Луганськ, Харків, Дніпро, Запоріжжя, Черкаси). Основною причиною такого стану є викиди в наслідок діяльності промислових підприємств (металургія, вугільна та хімічна промисловість, енергетика). Загострює проблему і значні автомобільні викиди через велику кількість зношених транспортних засобів на дорогах країни. По-друге, в країні спостерігається високий рівень забруднення води. Основною причиною такої ситуації є неконтрольоване скидання промислових і побутових відходів у головні річки країни – Дніпро, Дністер, Сіверський Донець. Спостерігається також низький рівень очищення стічних вод. Негативний вплив на якість води також здійснюють промислові виробництва, могильники радіоактивних та інших небезпечних речовин. По-третє, в країні є випадки нелегальної вирубки лісів, добичи корисних копалин. Знищення лісів через нелегальну заготівлю деревини, особливо в Карпатах, призводить до повеней та зниження рівня біорізноманіття. Органи влади ведуть контроль та наказують порушників, проте шкоду природі вже нанесено. Заходи запобігання не завжди допомагають. По-четверте, в країні гостро стоїть проблема утилізації відходів. Відсутність ефективної системи переробки побутового та промислового сміття призвело до накопичення великої кількості відходів, у тому числі пластикових. На законодавчому рівні ведуться роботи у цьому напрямі і з 2026 р. ситуація має кардинально змінитися. Проте на сьогодні велика кількість сміттєзвалищ в країні є небезпечним не лише для природи та екології, а і для життя людини явищем. По-п'яте, в країні гостро стоїть проблема забруднення ґрунтів і деградації земель. Одним з основних видів економічної діяльності України є сільське господарство, діяльність якого є успішною через сприятливі природно-кліматичні умови та чорноземи. Проте через надмірне використання агрохімікатів та пестицидів прогресують ерозія, засолення та опустелювання земель. Особливо це негативне явище поширене в степових регіонах країни. Разом з тим, всі перелічені екологічні проблеми України – це ніщо порівняно з тими наслідками, які завдала країні російська воєнна агресія. Назвемо лише ті наслідки для екології, що проявляються вже сьогодні: хімічне та радіаційне забруднення; підрив греблі Каховської ГЕС; знищення природоохоронних територій; руйнування водної екосистеми через потрапляння пального та боєприпасів у річки та моря; знищення родючих земель через вибухи; руйнування екосистем внаслідок мінування українських територій.

ВИКОРИСТАННЯ ІНСТРУМЕНТІВ ШІ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СТВОРЕННЯ КОНТЕНТУ В E-COMMERCE

Захарченков О. С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У роботі розглянуто питання використання інструментів штучного інтелекту (ШІ) як ефективного інструменту для створення та оптимізації контенту в електронній комерції (e-commerce) та соціальних мережах.

Особлива увага приділяється автоматизації процесу створення карток товару для інтернет-магазинів. Зокрема, запропоновано повний автоматизований цикл генерації контенту для картки товару онлайн-магазину. На першому етапі пропонується отримувати інформацію про товар за допомогою парсингу сайту-виробника (назва товару, опис, характеристики, фото). На другому етапі інформація отримана при парсингу включається в промт та передається по API в генеративну мовну модель (наприклад ChatGPT) для формування унікального, SEO-оптимізованого контенту. На третьому етапі автоматично формується гіперпосилання (xml/yml) для експорту контенту на сайт інтернет-магазину/маркетплейсу. Генеративні мовні моделі, такі як ChatGPT, вже сьогодні здатні створювати контент, який адаптований під конкретну ринкову нішу та цільову аудиторію. Завдяки коректно сформульованим промптам є можливість генерувати тексти з урахуванням впізнаваного tone of voice бренду.

Такий підхід дозволяє швидко та масово наповнювати онлайн-магазин структурованими, унікальними картками товарів з мінімальною участю контент-менеджера.

Питання, на які потрібно відповісти перед інтеграцією ШІ в автоматизацію створення контенту:

– Створення яких типів контенту доцільно/можливо автоматизувати вже зараз?

– Які задачі залишити співробітникам?

– Чи готові бізнес-процеси компанії до автоматизації?

– Як мінімізувати ризики, пов'язаними з плагіатом, «мареннями», помилками, генерацією дезінформації тощо?

ШІ поки не здатний замінити людину на 100%, але можливості ШІ дозволяють вже зараз значно прискорити та автоматизувати створення контенту. Якщо щомісячно інтернет-магазин додає 500+ нових товарних карток або веде декілька сторінок у соцмережах - автоматизація цього процесу за допомогою ШІ стає не погонею за трендами, а життєвою необхідністю.

Висновки: інтеграція генеративного ШІ в контент-стратегію дозволяє підвищити ефективність роботи, покращити релевантність матеріалів, скоротити витрати часу, людських ресурсів, та знижують собівартість створення контенту. У найближчі роки підприємства, які впроваджують можливості ШІ в свої бізнес-процеси, зможуть втримати та збільшити свою долю ринка, тоді як ті, хто ігнорує можливості ШІ – втратять позиції в конкурентному середовищі.

ПРИНЦИПИ СКЛАДАННЯ КОНСОЛІДОВАНОЇ ФІНАНСОВОЇ ЗВІТНОСТІ

Зуб В.

Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава

У сучасних умовах глобалізації та активного розвитку корпоративних структур особливої актуальності набуває питання формування достовірної та прозорої фінансової звітності. Консолідована фінансова звітність відіграє ключову роль у забезпеченні користувачів фінансової інформації (інвесторів, кредиторів, аналітиків, державних органів) повним уявленням про фінансовий стан і результати діяльності всіх суб'єктів господарювання, що входять до складу економічної групи.

Консолідована фінансова звітність – це звітність групи підприємств, яка включає материнську компанію та всі її дочірні підприємства, подана як звітність єдиного економічного суб'єкта [1].

Основні принципи консолідованої звітності:

1. Принцип контролю - материнське підприємство включає до складу консолідованої звітності всі дочірні підприємства, над якими воно здійснює контроль. Контроль передбачає можливість впливу на фінансову та операційну політику компанії з метою отримання вигід.

2. Принцип єдиної економічної сутності - усі групи розглядаються як один економічний суб'єкт, незалежно від юридичної самостійності її учасників.

3. Принцип єдності облікової політики - усі підприємства групи повинні застосовувати однакову облікову політику для подібних операцій. Якщо існують відмінності, необхідно здійснити коригування при складанні звітності.

4. Принцип однакової дати звітності - звітність усіх підприємств групи повинна бути складена на ту ж звітну дату, що й материнське підприємство. Якщо це неможливо – дозволяється використання проміжної звітності з коригуванням суттєвих операцій.

5. Принцип прозорості та достовірності - консолідована звітність повинна бути повною, достовірною, нейтральною та зрозумілою для користувачів, забезпечуючи порівнянність з попередніми періодами [2].

Дотримання зазначених принципів забезпечує коректність формування консолідованої фінансової звітності, підвищує її інформативність для інвесторів, кредиторів та інших користувачів. У сучасному бізнес-середовищі консолідована звітність виступає не лише засобом звітності, а й важливим інструментом стратегічного аналізу та оцінки інвестиційної діяльності групи компаній.

Література:

1. Міжнародний стандарт фінансової звітності 10 «Консолідована фінансова звітність». URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/929_065.

2. Національне положення (стандарт) бухгалтерського обліку 2 «Кон-солідована фінансова звітність». URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1223-13.

ЗЕЛЕНИЙ МЕРЧАНДАЙЗИНГ: ЯК ЕКОЛОГІЧНИЙ ПІДХІД ВПЛИВАЄ НА ВИБІР СПОЖИВАЧА

Зуєва А.В., Літвиненко М.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

З кожним днем наше суспільство все більше прагне мінімізувати негативний вплив на довкілля. Тому для кожного свідомого споживача є дуже важливим наскільки кожна компанія намагається зменшити свій вуглецевий слід. Люди звертають увагу на активність у цьому напрямку підприємств, роблячи висновки. Одним із видом такої діяльності являється зелений мерчандайзинг [1]. Зелений мерчандайзинг – це стратегія роздрібної торгівлі, яка спрямована на просування і продаж товару, демонструючи свою екологічну свідомість. Мета роботи полягаю у дослідженні, як екологічні практики впливають на поведінку покупців. З кожним днем попит на екологічні товари зростає, про це свідчить велика кількість досліджень серед споживачів. За даними опитування McKinsey, для 67% європейських споживачів екологічність є важливим критерієм вибору товарів, а 60% готові докладати максимум зусиль для переходу на більш екологічні та безпечні для довкілля продукти [2]. Все більше людей стає схильними до Zero Waste руху. Даний рух, який об'єднує місцеві та міжнародні організації, передбачає зменшення кількості відходів, шляхом 5R – Refuse (Відмовся), Reduce (Зменшуй), Reuse (Використай знову), Recycle (Сортуй), Rot (Компостуй) [3].

Щоб привернути увагу екологічно свідомих споживачів, підприємства роздрібної торгівлі повинні доносити своїм покупцям їхні наміри шляхом правильного розміщення товару, оформлення та складу пакування, належного освітлення та кольору зони викладки товару. Наприклад, щодо оформлення зони та самого товару, то тут має переважати зелений колір, тепле освітлення, мінімалістичний дизайн щоб покупець сприймав товар, як щось безпечне для природи; пакування має бути виготовлене з матеріалів, що швидко розкладаються в середовищі, або являється багаторазовим; популярністю користуються товари, які вироблені з перероблених матеріалів.

У висновку зазначимо, що зелений мерчандайзинг є інструментом для збільшення довіри до підприємства та підвищення екологічної свідомості. Підприємствам рекомендується: збільшувати асортимент екологічної продукції та підтримувати програми з утилізації доходів.

Література:

1. Редакція ANT Media. Тренд на екологічність у мерчандайзингу URL: https://www.theantmedia.com/post/marketingovi-ta-merchandayzingovi-rishennya-dlya-suchasnoyi-torgivli
2. Зелений маркетинг: як залучити споживачів, які дбають про екологію. URL: https://www.mgid.com/uk/blog/zelenij-marketing-yak-zaluchiti-spozhivachiv-yaki-dbayut-pro-ekologiyu

ОСОБЛИВОСТІ ЗДІЙСНЕННЯ ЗОВНІШНЬОЕКОНОМІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В ВОЄННИЙ ПЕРІОД

Івахненко А.В., Пітта Д.Ю.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В сучасних умовах ведення бізнесу в України аспекту зовнішньоекономічної діяльності (ЗЕД) приділяється значна увага, адже вона надає змогу підприємствам відкривати нові ринки збуту товарів та послуг. Основними видами ЗЕД доцільно назвати експорт та імпорт товарів, капіталів і робочої сили, надання суб'єктами ЗЕД різних видів послуг, міжнародні фінансові операції та операції з цінними паперами, спільна підприємницька діяльність між суб'єктами зовнішньої економічної діяльності та іноземними суб'єктами діяльності тощо.

Повномасштабного російське вторгнення на територію України стало причиною виникнення перешкод в усіх сферах підприємницької діяльності, зокрема у сфері зовнішньоекономічної діяльності. Через окупацію значної площі території та руйнування інфраструктури, розвиток економіки України значно сповільнився.

Частина експортно орієнтованих підприємств України змушені адаптуватися до сучасних умов. Увагу закцентовано на трансформації та адаптації логістики, диджиталізації бізнесу в умовах воєнного стану та пошуку нових ринків збуту товарів та послуг.

Щодо зміни ланцюгів постачання, перехід з морських перевезень на наземні створив проблему черг на кордонах. Задля розв'язання логістичних проблем, українські підприємства навчилися оптимізувати свої логістичні маршрути, налагодили співпрацю з міжнародними партнерами та покращили процес вираховування ризиків.

Україна почала диджиталізацію економіки та бізнесу як один із напрямів Євроінтеграції. Цілями диджиталізації є: створення бази для покращення економічних секторів та підвищення конкурентоспроможності у галузі технологій; залучення міжнародних інвестицій та стимулювання економічного зростання на рівні 10-12% річних.

Отже, навіть при воєнному стані, зовнішньоекономічна діяльність України має позитивні перспективи розвитку. Вітчизняному бізнесу доцільно оптимізувати логістичні маршрути, підвищувати рівень диджиталізації то знаходити нові ринки збуту товарів та послуг, що допоможе не тільки активно залучати іноземні інвестиції та підвищувати конкурентоспроможність, а й активно масштабувати бізнес.

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МІЖНАРОДНОГО МАРКЕТИНГУ В ДІЯЛЬНОСТІ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ НА ЗАРУБІЖНИХ РИНКАХ

Івахненко А.В., Сосонний А.Р.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасних умовах високої невизначеності міжнародний маркетинг стає одним з ключових інструментів для забезпечення сталого розвитку промислових підприємств, що дозволяє оптимізувати виробничі процеси, розширювати географію ринків збуту, а також підвищувати конкурентоспроможність продукції на світовому ринку. Міжнародний маркетинг є необхідним компонентом інтеграції промислових підприємств у глобальні економічні системи, оскільки він забезпечує відповідність продукції вимогам локальних ринків через впровадження стандартів якості, адаптацію товарів і послуг до місцевих потреб, а також побудову довгострокових партнерських відносин із клієнтами та постачальниками.

Одним із ключових прикладів успішного використання міжнародного маркетингу є діяльність компанії «Метінвест» – провідного гравця гірничо-металургійного сектору України. Для виходу на міжнародні ринки компанія реалізувала кілька стратегій, зокрема участь у виставках, орієнтованих на європейських і азійських клієнтів, а також створення власних брендових платформ для комунікації з партнерами. Наприклад, «Метінвест» адаптував свої виробничі процеси до міжнародних стандартів, таких як ISO 14001 та ISO 45001, що дозволило компанії не лише задовольнити вимоги регуляторів, але й підвищити довіру клієнтів. Адаптація до культурних особливостей ринків також є важливою складовою міжнародної маркетингової стратегії. Наприклад, «Київський БКК» створив спеціальні упаковки для країн Близького Сходу, враховуючи культурні та релігійні аспекти, а також адаптував смакові характеристики продукції до місцевих уподобань

Наведені заходи сприяють підвищенню лояльності клієнтів і значному зростанню обсягів продажів у цьому регіоні, демонструючи важливість локалізації продукції для успішного виходу на міжнародні ринки.

Окрім успіхів, міжнародний маркетинг супроводжується низкою викликів. Високий рівень конкуренції, потреба у значних інвестиціях та складнощі з адаптацією до регуляторних вимог створюють бар'єри для розвитку. Водночас, використання інструментів маркетингового аналізу та побудова стратегічних партнерств дозволяють ефективно долати ці труднощі.

Використання міжнародного маркетингу є не лише інструментом для збільшення обсягів експорту, але й засобом для підвищення технологічного рівня виробництва, створення робочих місць та зміцнення економічного потенціалу країни. Приклади компаній «Метінвест» та «Київський БКК» свідчать про важливість цього підходу у розвитку промислових підприємств.

АНАЛІЗ РИЗИКІВ ПРИ ОЦІНЦІ ВАРТОСТІ ПРОЕКТІВ У СЕРЕДОВИЩІ ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНИХ ФІНАНСІВ

Івахно П. В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»», м. Харків

Розвиток децентралізованих фінансів (DeFi) кардинально трансформує сучасні підходи до інвестування, залучення капіталу та оцінки ринкової вартості бізнес-проектів. Децентралізація, яка базується на застосуванні блокчейну, смарт-контрактів та токенізації активів, породжує нові можливості для підприємців та інвесторів, але водночас створює унікальні ризики, що ускладнюють процес об'єктивної оцінки проектів у цьому сегменті. Невизначеність регуляторного середовища, висока волатильність криптоактивів, технічні вразливості протоколів, а також інформаційна асиметрія істотно підвищують ризики оцінювання вартості DeFi-проектів порівняно з традиційними бізнес-моделями.

Серед основних типів ризиків, що впливають на вартість DeFi-проектів, варто виділити технічний, регуляторний, ринковий та операційний ризики. Оцінка ринкової вартості DeFi-проектів потребує врахування цих ризиків шляхом використання комплексних моделей ризик-менеджменту.

Особливої уваги заслуговує питання інформаційної асиметрії в оцінці вартості проектів DeFi. На відміну від традиційних ринків, у децентралізованих фінансах відсутні усталені механізми розкриття інформації, що створює підґрунтя для маніпуляцій і ускладнює об'єктивне оцінювання ризиків.

Отже, аналіз ризиків при оцінці вартості проектів у середовищі децентралізованих фінансів є надзвичайно складним і багатокомпонентним процесом. Ефективне оцінювання вартості DeFi-проектів вимагає інтеграції кількісних методів фінансового аналізу, застосування технологій великих даних та глибокого розуміння специфіки роботи децентралізованих систем. Подальші дослідження мають бути спрямовані на розробку гібридних моделей оцінювання, що поєднуватимуть традиційні фінансові інструменти із характеристиками блокчейн-технологій.

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ІННОВАЦІЙНОГО ПОТЕНЦІАЛУ В УМОВАХ КРИЗИ

Ігнатьєва І.А., Хоменко В.О.,
Національний університет «Києво-Могилянська академія», м. Київ

Сучасні умови господарювання дедалі частіше супроводжуються кризовими явищами, що знижують стабільність і передбачуваність економічного розвитку. У таких обставинах підприємства змушені шукати нові шляхи виживання та зростання, і саме інновації виступають основним інструментом адаптації та трансформації бізнес-моделей. У зв'язку з цим інноваційний потенціал як здатність підприємства до створення та реалізації нововведень шляхом ефективного залучення і використання доступних ресурсів набуває стратегічного значення .

Процес формування інноваційного потенціалу, згідно з концепцією С. Чана [3], передбачає два етапи: створення ресурсної основи та підбір індикаторів для підвищення рівня обґрунтованості управлінських рішень. Таким чином, формування інноваційного потенціалу є динамічним і постійним процесом стратегічного вдосконалення, орієнтованим на досягнення довгострокової стійкості.

В умовах кризи процес формування інноваційного потенціалу ускладнюється обмеженням фінансових, матеріальних та людських ресурсів та нестабільністю ринкової кон'юнктури. У той же час, саме кризові явища можуть слугувати поштовхом для інноваційної діяльності: для оптимізації діяльності під час кризи підприємства змушені переосмислювати свої бізнес-моделі, впроваджувати більш гнучкі організаційні структури, прискорювати процеси цифровізації та активніше шукати нові ринкові ніші. Вкрай важливим стає забезпечення балансу між внутрішніми трансформаціями підприємства та інтеграцією у зовнішнє інституційне і ринкове середовище.

Отже, економічна криза, попри її деструктивний вплив, може стати поштовхом до глибоких інноваційних змін. Формування інноваційного потенціалу в таких умовах потребує не лише внутрішньої мобілізації ресурсів підприємства, а й комплексної підтримки з боку держави, розвитку людського капіталу та гнучкості у стратегічному плануванні. Лише за умови системного підходу до управління інноваціями підприємства зможуть не просто адаптуватися до нових реалій, а й вийти з кризи з оновленим потенціалом для сталого розвитку.

Література:

1. Білик Р. С. Особливості розвитку інноваційного середовища в Україні в умовах глобальної конкуренції. Вісник Дніпропетровського університету. 2015. № 4. URL: https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewByFileId/104105.

2. Генсьор В. Ф. Інноваційний потенціал підприємства в умовах конкурентного середовища. *Наукові інновації та передові технології.* 2024. Т. 12, № 40. URL: http://perspectives.pp.ua/index.php/nauka/article/view/17527/17588.

3. Chang S. Formation of the innovative potential of companies: the result ofsystematization and generalization of basic research. University Scientific Notes. 2020. P. 90–102. URL: https://doi.org/10.37491/unz.74.8.

ІННОВАЦІЇ ЯК ДРАЙВЕР ПОВОЄННОГО РОЗВИТКУ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ

Ілляшенко С.М., Шипуліна Ю.С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»», м. Харків

Сучасна економіка характеризується завершенням V і формування основ VI технологічних укладів. Світова практика свідчить, що трансформація технологічних укладів супроводжується зростанням інтересу бізнесових структур до інноваційних розробок, які можуть забезпечити істотне збільшення прибутку на вкладений капітал. Це надає їм шанс, як і національним економікам у цілому, стати на шлях інноваційного розвитку у т.ч. в руслі концепції інноваційного випередження. Випереджаючий інноваційний розвиток є практично безальтернативним для економіки України, основу якої становлять виробництва минулих технологічних укладів і яка втратила у війні з Росією значну частину свого потенціалу. Відповідно, стратегія повоєнного відновлення економіки України повинна передбачати пріоритетний розвиток галузей і виробництв, які можуть забезпечити інноваційний прорив. В першу чергу це ті з них, які забезпечують виживання національної економіки в роки війни, сприяють зростанню оборонної спроможності країни. Серед них слід відзначити: військово-промисловий комплекс, інноваційні розробки якого показали високу ефективність в умовах бойових дій, викликають інтерес у вітчизняних і зарубіжних споживачів; галузь ІТ, розробки якої користуються високим попитом на зарубіжних ринках; аерокосмічна галузь, що має потужний потенціал, причому як з позицій оборони країни, так і сприяння інноваційному розвитку національної економіки у цілому; агропромисловий комплекс, який забезпечує продовольчу безпеку України, сприяє вирішенню продовольчих проблем у ряді країн світу; сфера науки і освіти, яка продукує і поширює нові знання, готує фахівців спроможних використовувати ці знання на практиці, а також здатних самостійно продукувати нові актуальні знання, що є актуальним в сучасній економіці, коли провідним її сектором став сектор знань. Пріоритетний розвиток цих галузей забезпечить мультиплікаційний ефект, оскільки стимулюватиме розвиток практично усіх галузей національної економіки: машинобудування, будівництва, транспорту, зв'язку тощо. Слід зазначити, що в Україні відбувається стрімка цифровізація економіки, яка різко прискорилася в роки ковідних обмежень і війни. Цифрові технології набули поширення практично в усіх сферах людської діяльності, вони формують конкурентні переваги товаровиробників і надавачів послуг, підвищують ефективність управління всіх рівнів, сприяють підвищенню якості життя населення тощо. Викладене свідчить, що інновації і інноваційну діяльність слід розглядати як драйвер повоєнного відновлення і інноваційного розвитку економіки України. Окреслено напрями інноваційного розвитку, актуальні в умовах четвертої промислової революції і поточної трансформації технологічних укладів.

ФОРМУВАННЯ ТА РЕАЛІЗАЦІЯ СТРАТЕГІЇ УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ

Іпполітов Є.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Інформаційна безпека (ІБ) є невід'ємною складовою загальної системи управління ризиками підприємства. Ефективне управління ризиками, пов'язаними з ІБ дозволяє не лише попередити виникнення кіберзагроз, а й забезпечує стійкість бізнес-процесів, зменшуючи потенційні збитки від ризикових інцидентів. Цифровізація бізнес-процесів, впровадження хмарних технологій, використання великих даних, штучного інтелекту та Інтернету речей призводять до збільшення кількості та складності інформаційних ризиків підприємств. У таких умовах ризик-менеджмент повинен враховувати не тільки традиційні загрози, але й кіберризики, пов'язані з витоком даних, кібератаками, збоєм систем або людським фактором.

Формування ефективної стратегії управління ризиками ІБ є ключовим фактором стабільного функціонування підприємства в умовах цифрових трансформацій. Стратегія має враховувати перелік потенційних загроз, ймовірність їх настання, наслідки, а також забезпечувати цілісну систему захисту інформаційних активів підприємства. Відповідно до міжнародних стандартів ISO/IEC 27001:2022 та ISO 31000:2018, стратегія управління ризиками повинна базуватися на принципах системності, адаптивності, превентивності та безперервного вдосконалення [1; 2]. Тому, пропонується така послідовність етапів формування стратегії управління ризиками ІБ:

1. Ідентифікація ризиків, пов'язаних з потенційними інформаційними загрозами і вразливостями у внутрішньому та зовнішньому середовищі.
2. Оцінювання ризиків – здійснюється аналіз ймовірності виникнення ризику та його можливих наслідків шляхом якісних і кількісних методів оцінки.
3. Вибір стратегії реагування на ризикові події – уникнення ризику, зниження ризику, передача ризику, прийняття ризику.
4. Розробка та впровадження заходів безпеки, спрямованих на зменшення рівня ризиків інформаційної безпеки.
5. Моніторинг, аудит і коригування стратегії – своєчасне виявлення потенційних загроз, оцінювання ефективності заходів, спрямованих на забезпечення інформаційної безпеки та внесення коректив в існуючу стратегію.

Таким чином, інтеграція інформаційної безпеки в систему ризик-менеджменту підприємства сприяє підвищенню надійності та його конкурентоспроможності.

Література:

1. ISO/IEC 27001:2022. Information technology. Security techniques. Information security management systems. Requirements. URL: https://www.iso.org/standard/27001 (дата звернення: 16.04.2025).
2. ISO 31000:2018. Risk management. Guidelines. URL: https://www.iso.org/standard/65694.html (дата звернення: 16.04.2025).

РОЛЬ КЛЮЧОВИХ КОМПЕТЕНЦІЙ У ФОРМУВАННІ КОНКУРЕНТНИХ ПЕРЕВАГ ПІДПРИЄМСТВА

Іпполітова І.Я.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В роботі розглянуто питання формування конкурентних переваг на основі ключових компетенцій підприємства. В загальному розумінні, під ключовими компетенціями підприємства розуміють унікальні, складновідтворювані внутрішні характеристики, його сильні сторони, які поєднують знання, навички, досвід, організаційну культуру та технології, що дозволяють створювати таку цінність для споживача, яка буде забезпечувати стійку конкурентну позицію на ринку. За словами Верби В.А. та Гребешкової О.М., ключові компетенції підприємства є невід'ємною складова його стратегічних активів, що віддзеркалює комплекс колективного знання, досвіду та здібностей підприємства, що разом з унікальною технологією дає змогу створювати (підтримувати) конкурентні переваги та забезпечувати неповторну відмінність підприємства в певному ринковому оточенні [1]. Саме шляхом формування та розвитку цих компетенцій підприємство з урахуванням швидкої реакції на зміни у зовнішньому середовищі, випуском інноваційних продуктів (послуг) зможе досягти довготривалих переваг у конкурентній боротьбі. Послідовність формування ключових компетенцій складається з таких етапів: 1) аналіз зовнішнього середовища та ринкових потреб споживачів; 2) оцінка внутрішніх ресурсів, існуючих ключових компетенцій та можливостей формування нових відповідно запитів споживачів; 3) ідентифікація потенційних ключових компетенцій підприємства; 4) формування стратегії розвитку ключової компетенції; 5) створення знань, використання інновації та їх запровадження у бізнес-процеси підприємства; 6) моніторинг та удосконалення бізнес-процесів підприємства. Для забезпечення довготривалого ефекту важливим є також захист цих компетенцій – через складність їх копіювання, внутрішні організаційні зв'язки, специфіку корпоративної культури або правові інструменти, такі як патенти чи ліцензії. Для того, щоб ключові компетенції стали джерелом конкурентних переваг, вони повинні відповідати трьом ключовим характеристикам: унікальності, складновідтворюваності та цінності для споживача (клієнта). Під унікальністю будемо розуміти те, що компетенція є рідкісною та не має аналогів на ринку. Складновідтворюваність забезпечує довготривалий захист від конкуренції та формує стійкі конкурентні переваги. Крім того, компетенція повинна мати цінність та створювати додаткові вигоди. Таким чином, формування конкурентних переваг на основі ключових компетенцій є динамічним процесом, у якому стратегічне мислення, інвестиції в персонал, управління знаннями та технологічне оновлення є вирішальними.

Література:

1. Верба В.А., Гребешкова О.М. Проблеми ідентифікації компетенцій підприємства. URL: http://www.management.com.ua/strategy/str100.html (дата звернення: 15.04.2025).

ПОТЕНЦІАЛ МЕДИЧНИХ СТАРТАПІВ В УКРАЇНІ ДЛЯ ЗАЛУЧЕННЯ ІНОЗЕМНИХ ІНВЕСТИЦІЙ

Калашник М.Ю., Клепікова С.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Україна вже 3 роки перебуває в стані повномасштабної війни, яка спричинила дуже серйозні наслідки не тільки в політичній та економічній сферах, але й значно вплинула на демографічну ситуацію країни. Через активні бойові дії на лінії фронту, ракетні удари по цивільному населенню, нестабільність психічного стану українців, який характеризується стресом, невизначеністю, тривожними думками, медична сфера потребує впровадження інноваційних рішень, як наприклад, медичні стартапи, які допомогли б відновити та покращити медичну сферу. Саме вони зможуть стати поштовхом до модернізації галузі та збереження здоров'я нації, проте дані проєкти стикаються з проблемою фінансування.

Загалом медицина в Україні за останні роки війни активно видозмінюється та трансформується, що було спричинено зруйнованою інфраструктурою, браком кадрів та зміною пріоритетів – фокус змістився на військову медицину та реабілітацію поранених. Так внаслідок воєнних дій зростає кількість людей з інвалідністю, яка за даними Міністерства соціальної політики України за 2 роки війни складає понад 3 мільйони людей [1]. Ця статистика підкреслює актуальність розвитку медичної сфери, що також є привабливим для іноземних інвесторів, адже ті інновації, які запропонують українські розробники, можуть бути інтегровані в медичну сферу інших країн.

Так як попит на медичні технології зростає по всьому світу, а війна стала поштовхом до інновацій, то наступною причиною інвестувати саме в українські медичні стартапи є висока якість за низькою ціною. Висококваліфіковані фахівці працюють за нижчими ставками, ніж в Євросоюзі чи США. Станом на 2024 рік українська IT-галузь складає близько 5% ВВП та генерує 40% сервісного експорту, що характеризує її як успішну сферу, яка надалі буде розвиватися [2].

Отже, медичні стартапи є доволі привабливою сферою для інвестування, розвиток якої буде мати соціальну значимість. Навіть в такі скрутні часи варто шукати можливості, які допомогли б не тільки розвивати економічну, медичну та технологічну сфери, але й покращити та полегшити життя.

Література:

1. «Танасишин у штаб-квартирі ООН: в Україні понад 3 млн людей з інвалідністю – це люди з величезним потенціалом, навичками, ідеями, силою». *Міністерство соціальної політики України*. URL: https://www.msp.gov.ua/news/23795.html (дата звернення 08.04.2025)

2. «IT-галузь України складає 5% ВВП і посідає друге місце за обсягом експорту – Асоціація IT Ukraine». *Mind.ua.* URL: https://mind.ua/news/20272516-it-galuz-ukrayini-skladae-5-vvp-i-posidae-druge-misce-za-obsyagom-eksportu-asociaciya-it-ukraine (дата звернення 08.04.2025)

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ РЕПУТАЦІЇ ТА ІМІДЖУ БІЗНЕСУ: КЛЮЧОВІ ВІДМІННОСТІ ТА ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКИ

Канюка В.С.

Черкаський державний технологічний університет, м. Черкаси

В роботі розглянуто питання співвідношення та взаємозв'язку репутації та іміджу бізнесу в сучасному конкурентному середовищі.

В контексті сучасних досліджень в сфері управління бізнесом, репутація та імідж бізнесу розглядаються як взаємопов'язані, але різні концепти. Репутація бізнесу визначається як сукупність оцінок та суджень стейкхолдерів, сформованих на основі довготривалого досвіду взаємодії з організацією та її діяльністю; характеризується стійкістю, об'єктивністю та складністю модифікації. Імідж бізнесу, натомість, представляє собою цілеспрямовано сконструйований образ компанії, спрямований на формування певного сприйняття цільовою аудиторією; відрізняється більшою пластичністю, суб'єктивністю та можливістю оперативної трансформації. Ключові відмінності між репутацією та іміджем бізнесу характеризуються: тривалістю формування – репутація напрацьовується довгостроково, імідж – може створюватися за доволі короткий проміжок часу; основою формування – репутація базується на фактичному досвіді, імідж – на цілеспрямованих комунікаціях; стійкістю – репутація більш стабільна, імідж – мінливіший; об'єктивністю – репутація тяжіє до об'єктивності, імідж може бути суб'єктивним.

Взаємозв'язок між репутацією та іміджем бізнесу характеризується складною системою взаємодій та взаємовпливів, що відіграють ключову роль у формуванні сприйняття організації стейкхолдерами. Наведемо деякі аспекти такого взаємозв'язку: позитивна репутація посилює ефективність іміджевих кампаній, тоді як вдало сформований імідж сприяє зміцненню репутації; у кризових ситуаціях стійка репутація може нівелювати тимчасові негативні флуктуації іміджу, і навпаки; зміни в іміджі можуть ініціювати трансформації репутації, які, в свою чергу, впливають на подальші модифікації іміджу; узгодженість репутації та іміджу підвищує довіру до бізнесу та посилює його конкурентні позиції; репутація більшою мірою впливає на довгострокові рішення стейкхолдерів, тоді як імідж часто визначає короткострокові реакції; гнучкість іміджу дозволяє оперативно реагувати на зміни ринкового середовища, створюючи підґрунтя для поступової трансформації репутації. Отже, взаємозв'язок між репутацією та іміджем бізнесу проявляється як: синергетичний ефект, компенсаторний механізм, рекурсивний зв'язок, інтегративна функція, диференціальний вплив, адаптивна взаємодія.

Література:

1. Трач О.Ю., Карий О. І. Імідж, бренд та репутація: їх взаємозв'язок і вплив на розвиток територій, організацій та окремих осіб. URL : https://ena.lpnu.ua:8443/server/api/core/bitstreams/88aed8a2-3d5e-4e01-8072-3ca685f62570/content

КОМЕРЦІЙНА ТАЄМНИЦЯ ІТ- КОМПАНІЙ

Капінос М.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Комерційні таємниці у ІТ галузі знаходяться на передньому краї успіху бізнесу, мають вирішальне значення підтримки інновацій, захисту ринкових часток і забезпечення довгострокового успіху компанії. Сучасний світ стає все більш цифровим та глобальним, тож захист цих цінних нематеріальних активів може стати серйозною проблемою. В цих умовах підвищується значущість економічної безпеки компаній. Крадіжка інтелектуальної власності, кібершпигунство і плинність кадрів є значними ризиками для комерційних секретів ІТ-компанії.

Комерційна таємниця (КТ) – це конфіденційна інформація, що має комерційну цінність, не є загальнодоступною, та до якої вжито заходів щодо її збереження в секреті. Ця інформація може бути технічною, орієнтованою на бізнес або мати інший важливий характер для діяльності компанії.

У сфері ІТ це можуть бути: алгоритми програмного забезпечення, вихідний код програм, технічні рішення (наприклад, архітектура ПЗ), бази даних, бізнес-моделі, стратегії просування, клієнтські списки, CRM-дані, паролі, ключі доступу, внутрішня документація тощо. Вони охоплюють унікальні процеси, методології та знання, які дають компаніям конкурентну перевагу на конкурентних ринках.

Для захисту своїх КТ компаніям слід запроваджувати надійні управлінські стратегії, організаційно-правові та технічні інструменти, які допоможуть забезпечити їхню безпеку.

І. Організаційно- правові:

1. Розробка політики компанії щодо КТ (що становить КТ у компанії, як ці активи обробляються, передаються та захищаються).

2. Ознайомлення з політикою КТ всіх співробітників.

3. Підписання угоди про нерозголошення NDA (мають вирішальне значення при обміні конфіденційною інформацією зі співробітниками, партнерами або третіми особами).

ІІ. Технічні заходи:

1. Системи контролю доступу (електронні замки та біометричні системи; мережевий контроль доступу; обмеження доступу до приміщень, де зберігається секретна інформація, та контроль за переміщенням документів та носіїв інформації).
2. Шифрування (є одним із найефективніших способів захисту даних).
3. Мережевий захист (міжмережеві екрани; системи виявлення атак).
4. Антивірусні програми та сканери вразливостей.

Комерційна таємниця є важливим нематеріальним активом ІТ-компанії, що потребує ефективного захисту, забезпечує конкурентну перевагу та вимагає організаційної та правової дисципліни.

ФАКТОРИ ВПЛИВУ НА ФОРМУВАННЯ БЮДЖЕТНОГО ПОТЕНЦІАЛУ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ

Кіквадзе Д.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» м. Харків

Формування бюджетного потенціалу регіонів є складним процесом, на який впливає низка різноманітних факторів. Важливим фактором є галузева структура економіки регіону. Зокрема, промислово розвинені регіони мають вищий рівень бюджетного потенціалу порівняно з аграрними регіонами. Демографічна ситуація в регіоні також чинить значний вплив на бюджетний потенціал, оскільки від неї залежить обсяг податкових надходжень від доходів фізичних осіб та рівень споживання суспільних благ.

Старіння населення та міграційний відтік молоді негативно позначаються на бюджетному потенціалі багатьох регіонів України. Ще одним вагомим фактором є інвестиційна привабливість регіону, яка визначає його здатність залучати додаткові фінансові ресурси для реалізації проєктів модернізації інфраструктури. Нерівномірність інвестиційної активності в регіонах України обумовлює диспропорції у формуванні їх бюджетного потенціалу. Стан розвитку бізнесу в регіоні відіграє суттєву роль у формуванні бюджетного потенціалу, адже саме цей сектор економіки є основним джерелом податкових надходжень до місцевих бюджетів. Створення сприятливого бізнес-середовища та підтримка підприємницької ініціативи на місцевому рівні дозволяють суттєво наростити бюджетний потенціал регіону. Ефективність системи міжбюджетних відносин та механізмів фінансового вирівнювання територій значною мірою впливає на бюджетний потенціал регіонів. Надмірна централізація бюджетних ресурсів та недосконаліть критеріїв розподілу міжбюджетних трансфертів обмежують можливості нарощення дохідної бази місцевих бюджетів.

Рівень тінізації економіки регіону негативно позначається на обсягах податкових надходжень до місцевих бюджетів. Детінізація економічних відносин та підвищення податкової культури є важливими передумовами зміцнення бюджетного потенціалу регіонів України. Якість управління місцевими фінансами, зокрема ефективність бюджетного планування та контролю, також є важливим фактором формування бюджетного потенціалу регіону. Запровадження бюджетного планування, програмно-цільового методу та партисипативного бюджетування на місцевому рівні дозволяє оптимізувати бюджетні видатки. Крім того, на бюджетний потенціал регіонів впливають рівень інфляції, стан платіжного балансу країни, обмінний курс національної валюти тощо.

Забезпечення макроекономічної стабільності та проведення збалансованої фіскальної політики на державному рівні є необхідною умовою для нарощення бюджетного потенціалу на місцях.

СИЛА ПЕРСОНАЛІЗАЦІЇ: ЯК АДАПТУВАТИ КОНТЕНТ ДО ПОТРЕБ СУЧАСНОГО СПОЖИВАЧА

Кіктенко К.О., Кітченко О.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасному світі інформаційного перевантаження, де кожен користувач щодня стикається з десятками, якщо не сотнями, інформаційних повідомлень, персоналізація контенту стає не просто трендом, а необхідністю. Адаптація контенту до конкретних потреб, інтересів і поведінкових характеристик аудиторії дозволяє брендам виділятися, бути почутими і будувати довірливі відносини з користувачами.

Персоналізований підхід до створення контенту забезпечує вищу ефективність комунікації, підвищує залученість, лояльність та сприяє зростанню конверсій. Ще в XX столітті локальні друковані ЗМІ адаптували контент для окремих регіонів і навіть районів – це була початкова форма персоналізації. Сьогодні цей підхід еволюціонував у складні цифрові стратегії з використанням Big Data і ШІ, як-от персоналізовані банери, таргетинг у соцмережах чи чат-боти, що відповідають на запити в реальному часі.

Персоналізація може реалізовуватись на кількох рівнях: зміст, формат і тон комунікації. Наприклад, молодша аудиторія краще реагує на динамічний відеоконтент або інтерактивні сторіз, тоді як старші користувачі частіше взаємодіють із текстовими або аналітичними матеріалами. Відповідно до дослідженнь HubSpot, електронні листи з персоналізованим контентом отримують у середньому на 26% вищий рівень відкриття.

Завдяки інструментам аналітики – Google Analytics, CRM-системам, платформам email-маркетингу – бренди можуть виділяти конкретні групи споживачів, розуміти їхній шлях користувача, інтереси та поведінкові особливості. Наприклад, Netflix активно використовує дані про перегляди, щоб пропонувати рекомендації, які збільшують тривалість сесій користувачів, що дозволяє платформі утримувати аудиторію та мінімізувати відтік.

Сучасна аудиторія очікує персоналізованої взаємодії. За даними дослідження Accenture, 91% споживачів надають перевагу брендам, які пропонують релевантні пропозиції та пам'ятають їхні вподобання. Персоналізований контент не лише задовольняє ці очікування, але й створює ефект турботи, що зміцнює емоційний зв'язок між брендом і клієнтом.

Таким чином, сила персоналізації полягає в її здатності створювати релевантний, цінний та ефективний контент для конкретної аудиторії. У сучасних умовах конкуренції і динамічної зміни споживчих очікувань, персоналізація – це необхідний інструмент, без якого бренди ризикують втратити увагу своєї цільової аудиторії. Адаптація контенту до індивідуальних потреб користувача – це ключ до довготривалих стосунків з клієнтом.

ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО МОТИВАЦІЇ ПЕРСОНАЛУ НА ПІДПРИЄМСТВІ

Кісіль К.Ю.

Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна, м. Харків

Одним із сучасних ефективних інструментів підвищення залученості працівників і зниження рівня плинності кадрів виступає система Total Rewards, що інтегрує матеріальні й нематеріальні стимули в єдину мотиваційну модель. Вона включає базову заробітну плату, коротко- та довгострокові бонуси, програми розвитку та навчання, кар'єрні траєкторії, розширені пакети соціальних пільг, інструменти визнання досягнень, а також заходи для підтримання балансу між роботою і особистим життям. Ефективна реалізація цієї системи можлива лише за умови постійного зворотного зв'язку, прозорого управління результатами праці та гнучкого підходу до індивідуальних потреб працівників. Важливими аспектами також є надання доступу до ресурсів для самореалізації та розширення можливостей для професійного зростання.

Для оцінки дієвості мотиваційної системи застосовуються як якісні методи (анкетування, інтерв'ю, оцінка корпоративного клімату), так і кількісні (аналіз продуктивності, фінансових показників, плинності кадрів). Збалансоване поєднання організаційно-адміністративних, економічних та соціально-психологічних методів є основою стійкої моделі мотивації персоналу. Світовий досвід демонструє важливість інвестицій у мотивацію як стратегію довготривалого успіху. Транснаціональні корпорації на кшталт Google, Microsoft, Apple та Meta демонструють зразки інноваційних підходів, що базуються на гнучкому управлінні, культурі довіри, емоційному комфорті працівників і корпоративних цінностях. Хоча безпосереднє перенесення західних моделей у вітчизняний контекст обмежене ментальними та соціально-економічними відмінностями, аналіз іноземних практик дає змогу адаптувати їхні ефективні елементи до локального середовища.

Інноваційні підходи до мотивації персоналу сьогодні – це не лише про оплату праці, а передусім про створення цінності для працівника через відчуття залученості, розвитку та підтримки. Саме такі підходи визначають конкурентоспроможність компаній у сучасному динамічному ринковому середовищі.

Література:

1. Бєлєнький П.Д. *Управління персоналом: сучасні підходи та інноваційні технології*. Київ: Центр учбової літератури, 2020. 312 с.

2. Карпенко С.П. *Мотивація персоналу в умовах трансформації ринку праці: теорія і практика*. Харків: Видавництво ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2021. 256 с.

СУТЬ І ВИДИ КОНКУРЕНТНИХ ПЕРЕВАГ В СИСТЕМІ СТРАТЕГІЧНОГО МАРКЕТИНГУ

Кітченко О.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Конкурентна перевага є ключовим фактором успішного функціонування підприємства в ринкових умовах. Вона визначає можливість компанії займати провідні позиції, забезпечуючи довгостроковий успіх.

Конкурентну перевагу в бізнесі можна визначити, як стратегічний ресурс, що визначає можливість компанії розвиватися, масштабуватися та домінувати у своїй галузі. Існує декілька причин, чому конкурентна перевага на сьогодні розглядається як ядро успіху бізнесу. В сучасному ринковому середовищі, де пропозиція часто перевищує попит, компанії з унікальними перевагами легше привертають і утримують клієнтів. Бізнеси з міцними конкурентними перевагами можуть встановлювати вищі ціни або зменшувати витрати, що забезпечує стабільний прибуток. Підприємства з сильною конкурентною позицією швидше реагують на зміни в технологіях, споживчих уподобаннях і економічних умовах. Якість, репутація, інновації чи відмінний сервіс створюють емоційний зв'язок зі споживачами, що сприяє їх повторним покупкам і рекомендаціям. Компанії з виразною конкурентною перевагою привабливіші для інвесторів та партнерів, що полегшує залучення фінансування.

Наразі виділяють такі види конкурентних переваг:

1. Цінові конкурентні переваги – досягаються за рахунок зниження витрат виробництва, оптимізації логістики та ефективного управління ресурсами.
2. Диференціація продукції – включає унікальні властивості товару або послуги, що роблять їх привабливими для споживачів.
3. Інноваційні переваги – засновані на використанні новітніх технологій, розробці інноваційних продуктів і впровадженні передових бізнес-процесів.
4. Репутаційні переваги – формуються завдяки високому рівню довіри до бренду, якості продукції та корпоративної соціальної відповідальності.
5. Організаційні переваги – базуються на ефективності внутрішніх процесів, управлінських компетенціях та стратегічних партнерствах.

Стратегічний маркетинг відіграє важливу роль у створенні та підтримці конкурентних переваг, визначаючи позицію компанії на ринку. Він спрямований на аналіз ринкового середовища, сегментацію споживачів, розробку брендової стратегії та адаптацію маркетингового комплексу відповідно до змін зовнішнього середовища. Використання стратегічного маркетингу сприяє ефективному управлінню цими перевагами, дозволяючи підприємствам адаптуватися до змін у конкурентному середовищі та зміцнювати свої позиції на ринку.

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ РІЗНИХ ТЕХНОЛОГІЙ КОМУНІКАЦІЙ ПІД ЧАС ПЛАНУВАННЯ РЕКЛАМНОЇ КАМПАНІЇ

Кітченко О.М., Лялько К.А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасних умовах глобальної цифровізації та постійної зміни поведінки споживачів особливої актуальності набуває ефективне використання комунікаційних технологій під час планування рекламних кампаній. Успішна рекламна стратегія залежить не лише від креативної ідеї, а й від точного вибору каналів комунікації, які забезпечують взаємодію з цільовою аудиторією. Традиційні засоби масової інформації, такі як телебачення, радіо та друкована преса, залишаються актуальними для охоплення широких верств населення, проте поступаються цифровим каналам у гнучкості, точності таргетингу та можливості аналітики в режимі реального часу.

Цифрові технології комунікацій, зокрема соціальні мережі, платформи контекстної реклами, email-маркетинг, чат-боти та мобільні додатки, дозволяють здійснювати персоналізовану взаємодію зі споживачем, відслідковувати поведінку користувачів, адаптувати контент і миттєво реагувати на зміни ринку. Особливу роль відіграє інтеграція штучного інтелекту та великих даних у рекламні кампанії, що дає змогу не лише передбачити реакцію аудиторії, а й автоматизувати процес прийняття рішень. Під час планування кампанії необхідно враховувати специфіку продукту, характеристику цільової аудиторії, бюджет та ключові цілі кампанії. Найефективніші стратегії передбачають поєднання кількох технологій у межах єдиної комунікаційної платформи, що дозволяє максимально посилити ефект впливу.

Особливості вибору технологій комунікацій під час планування рекламної кампанії залежать від комплексу внутрішніх та зовнішніх чинників, які визначають ефективність і релевантність комунікаційного впливу. Ключовим критерієм вибору є портрет цільової аудиторії: її вік, стать, рівень доходу, інтереси, поведінкові патерни та цифрова грамотність. Другим важливим чинником виступає тип рекламованого продукту або послуги. Третім критерієм є етап життєвого циклу продукту. бюджет кампанії безпосередньо впливає на вибір каналів: дорожчі ATL-інструменти (телебачення, радіо, зовнішня реклама) поступаються за вартістю і таргетинговими можливостями BTL- і digital-технологіям, які дозволяють досягати KPI з меншими витратами, але потребують глибшого аналізу аудиторії та технічної експертизи. Не менш важливо враховувати регіональні та культурні особливості, рівень проникнення інтернету, домінування певних соціальних мереж у конкретних країнах чи регіонах, а також законодавчі обмеження. Отже, сучасний підхід до планування рекламної кампанії передбачає глибоке розуміння технологій комунікацій та вміння адаптувати їх до потреб бренду, забезпечуючи водночас ефективність, результативність і стійку присутність у свідомості споживача.

ОСОБЛИВОСТІ ЦІНОУТВОРЕННЯ НА НАУКОВУ ПРОДУКЦІЮ

Климентова М.В., Кобєлєва Т.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Ціноутворення є ключовим елементом комерціалізації наукових розробок. Наукова продукція має низку специфічних характеристик, що ускладнюють визначення її вартості. Відсутність масового виробництва, унікальність розробок, обмежене коло потенційних споживачів – усе це потребує особливого підходу до ціноутворення. Наукова продукція – це результат інтелектуальної діяльності у сфері досліджень і розробок, який може мати прикладне або теоретичне значення. До неї належать: технології та винаходи, патенти та ноу-хау, аналітичні звіти, дослідження, програмні продукти, алгоритми, прототипи й експериментальні зразки. Особливості ринку наукової продукції: високий ступінь невизначеності (чи знайде продукт попит?); індивідуальний характер замовлень; тривалий цикл розробки і комерціалізації; висока вартість початкових інвестицій; неоднорідність споживачів (бізнес, держава, наука). Основні підходи до ціноутворення на наукову продукцію університетів: витратний підхід (базується на підрахунку всіх витрат на створення продукту з урахуванням прибутку. Недолік – ігнорування попиту; оцінка споживчої цінності (орієнтація на цінність, яку продукт несе для користувача. Часто використовується у B2B-секторі); конкурентний аналіз (порівняння з аналогічними розробками або цінами на подібні продукти); ліцензійне ціноутворення (продукт продається у вигляді ліцензії, і ціна залежить від обсягу прав, термінів та території використання).

Додаткові фактори, що впливають на ціноутворення: патентна захищеність, можливість масштабування, готовність інвесторів вкладати в продукт, політика інституцій (університетів, лабораторій), наявність державного фінансування чи різного роду грантів. Ціноутворення на наукову продукцію вимагає індивідуального підходу, що поєднує економічні розрахунки, стратегічне бачення та аналіз ринку. Найефективніше ціноутворення – це те, яке враховує як витрати, так і потенційну цінність інновації для споживача.

Література:

1. Бажал Ю.М. Інноваційне підприємництво: креативність, комерціалізація, екосистема : навч. посібник. Київ: Пульсари, 2015. 278 с.

2. Кулаєць М.М. Удосконалення інноваційної підприємницької діяльності/ М.М. Кулаєць, М.Ф. Бабієнко, П.А. Лайко, П.М. Музика, О.Д. Витвицька, Є.А. Бузовський, В.А. Скрипниченко, М.М. Лучник// Економіка АПК. 2009. №5. С.76-87

3. Витвицька О. Д. Формування стратегії інноваційного розвитку аграрних підприємств. Економіка АПК. 2011. С.132-138

4. Кваша С. М. Механізм підтримки сільськогосподарського виробництва та шляхи його удосконалення : моногр. / С.М. Кваша, О.Д.Витвицька, К.В.Наконечна. К.: ННЦ ІАЕ, 2009. 200 с.

5. Лайко П. А. Фактори підвищення рівня продовольчої безпеки / П. А. Лайко, М. Ф. Бабієнко, Т. Д. Іщенко // Економіка АПК. – 2006. – № 8. – С. 20–28.

ОСОБЛИВОСТІ ЗАПОВНЕННЯ ЗВІТУ ПРО РУХ ГРОШОВИХ КОШТІВ ЗА НЕПРЯМИМ МЕТОДОМ

Клиша О.О.

Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава

До складу річного фінансового звіту великого підприємства входить Звіт про рух грошових коштів, який показує, як змінювалася сума грошей компанії протягом року. Підприємство самостійно обирає спосіб складання звіту за прямим або непрямим методом. Обраний метод фіксується в Наказі про облікову політику.

Непрямий метод застосовується лише для першого розділу звіту (операційна діяльність). Другий та третій розділи (інвестиційна та фінансова діяльність) заповнюються за прямим методом. Прямий метод передбачає коригування чистого прибутку (або збитку) до оподаткування на негрошові операції та зміни в оборотному капіталі щоб визначити чистий грошовий потік від операційної діяльності. Джерелами інформації при складанні звіту є дані з форми № 1, форми № 2 та регістрів аналітичного обліку. Заповнення звіту про рух грошових коштів за непрямим методом вимагає аналізу лише невеликої кількості статей, пов'язаних з обліком грошей, що значно спрощує процес складання. Однак, така спрощена подача інформації робить звіт менш детальним і, як наслідок, менш зрозумілим для користувачів. Попри це, для деяких осіб саме такий лаконічний спосіб відображення руху коштів може виявитися більш зручним.

Слід зазначити, що істотних змін у Звіті про рух грошових коштів за непрямим методом немає, порівняно із прямим методом, проте, враховуючи порядок його складання, можна виділити певні переваги та недоліки. Із позитивного є можливість побачити, як фінансовий результат трансформується в грошовий потік, оскільки звіт починається з відображення чистого прибутку. Також Звіт допомагає виявити які саме зміни у балансі вплинули на рух коштів. Звіт про рух грошових коштів за непрямим методом здебільшого використовується іноземними компаніями, або фірмами, що ведуть облік за МСФЗ. Така уніфікація дає змогу порівняти фінансові звіти в межах групи компаній або між країнами. Складнощі такого звіту полягають саме в розумінні бухгалтерських термінів, коригувань та балансових змін. Попри це, такий метод дозволяє побачити реальну фінансову ситуацію діяльності підприємства.

Література:

1.Звіт про рух грошових коштів (за непрямим методом) (форма №3-н): інструкція, 16.01.2025. . URL: 7eminar | Звіт про рух грошових коштів (за непрямим методом) (форма №3-н): інструкція

РОЛЬ НЕМАТЕРІАЛЬНОЇ МОТИВАЦІЇ В УПРАВЛІННІ ПЕРСОНАЛОМ ІНФОРМАЦІЙНОГО СУСПІЛЬСТВА

Кліменко О.М., Мащенко В.В.

Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця, м. Харків

У сучасному інформаційному суспільстві, де інтелектуальні ресурси та людський капітал набувають вирішального значення для конкурентоспроможності організацій, питання ефективного управління персоналом виходить на перший план. Особливого значення при цьому набуває нематеріальна мотивація, яка орієнтована на задоволення соціальних, професійних та духовних потреб працівників. Зміни у стилі життя, популяризація дистанційної та гібридної роботи, зростання впливу цифрових технологій, підвищення вимог до самореалізації працівників формують нову систему цінностей. У таких умовах матеріальні стимули вже не є домінантними у формуванні трудової поведінки. Натомість, на перший план виходять нематеріальні фактори - визнання, залученість, можливості для розвитку, гнучкість, комфортне середовище [1].

Управління нематеріальною мотивацією вимагає нових підходів, інструментів та навичок від HR-менеджерів, зважаючи на індивідуальні потреби персоналу. Це робить тему дослідження надзвичайно актуальною як для теорії управління персоналом, так і для практичної діяльності сучасних організацій, що прагнуть підвищити продуктивність, лояльність і креативність своїх працівників.

Нематеріальна мотивація є одним із ключових інструментів ефективного управління персоналом в умовах інформаційного суспільства, де головною цінністю є знання, креативність та інтелектуальний потенціал працівника. У порівнянні з матеріальними стимулами, нематеріальні фактори - такі як професійне визнання, можливість кар'єрного зростання, автономія у прийнятті рішень, участь у корпоративній культурі, навчання та розвиток - мають довготривалий мотиваційний ефект і сприяють формуванню внутрішньої мотивації.

Сучасні виклики (цифровізація, гібридна робота, емоційне вигорання) потребують гнучкого, персоналізованого підходу до мотивації, враховуючи індивідуальні потреби працівників, їх поколінні особливості та життєві цінності. Підприємства, які активно впроваджують системи нематеріальної мотивації, демонструють вищий рівень задоволеності працівників, зниження плинності кадрів і підвищення ефективності командної роботи. Успішне використання нематеріальної мотивації вимагає від керівників розвитку емоційного інтелекту, лідерських якостей, а також цифрових HR-інструментів для зворотного зв'язку, оцінки результатів і створення довірчої атмосфери в колективі.

Література:

1. Пошелюжна Н. О., Жукова Ю. С. Удосконалення організації оплати праці на основі мотиваційного механізму // SHS Web of Conferences. 2021. Т. 100. URL: https://www.shs-conferences.org/articles/shsconf/pdf/2021/11/shsconf_iscsai2021_01022.pdf

УДОСКОНАЛЕННЯ УПРАВЛІННЯ ІНВЕСТИЦІЙНОЮ ДІЯЛЬНІСТЮ ПІДПРИЄМСТВА В УМОВАХ ЕКОНОМІЧНОЇ НЕСТАБІЛЬНОСТІ

Кліменко О.М., Мащенко Д.Р.
Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця, м. Харків

В умовах економічної нестабільності, спричиненої глобальними кризовими явищами, війною в Україні, інфляційними процесами та коливаннями валютного курсу, підприємства стикаються з необхідністю перегляду підходів до управління своєю інвестиційною діяльністю. Інвестиції відіграють ключову роль у забезпеченні сталого розвитку, модернізації виробництва, впровадженні інновацій та підвищенні конкурентоспроможності підприємств.

Однак в умовах нестабільного середовища суттєво зростають ризики інвестування, ускладнюється доступ до фінансових ресурсів, знижується довіра інвесторів. Це вимагає від керівництва підприємств не лише ефективного управління наявними інвестиціями, а й розробки адаптивних, гнучких механізмів прийняття рішень, спрямованих на мінімізацію ризиків і оптимізацію використання ресурсів.

Актуальність теми зумовлена необхідністю вдосконалення інструментів стратегічного та оперативного управління інвестиційними процесами, а також підвищення інвестиційної привабливості підприємств в умовах постійних зовнішніх змін. Пошук нових підходів до управління інвестиційною діяльністю є важливим напрямом забезпечення фінансової стабільності та розвитку підприємства у коротко- та довгостроковій перспективі.

Інвестиційна діяльність є ключовим елементом розвитку підприємства, спрямованим на забезпечення приросту капіталу, впровадження нових технологій, оновлення основних засобів і підвищення конкурентоспроможності. Вона включає прийняття рішень щодо напрямів вкладення коштів, вибору джерел фінансування та управління інвестиційними ризиками [1].

Удосконалення управління інвестиційною діяльністю можливе через: розробку гнучкої інвестиційної стратегії, адаптованої до сценаріїв розвитку зовнішнього середовища; використання сучасних фінансових інструментів (лізинг, гранти, венчурний капітал, партнерські інвестиції); впровадження інвестиційного контролінгу - системи моніторингу ефективності інвестування; оптимізацію інвестиційного портфеля з урахуванням ризиків і пріоритетів; цифрову трансформацію процесів управління інвестиціями; залучення ESG-підходів (екологічна, соціальна відповідальність і корпоративне управління) - як чинник зростання інвестиційної привабливості [2].

Література:

1. Ковальчук Н. В. Інвестиційна діяльність підприємства в умовах економічної нестабільності // *Економіка і суспільство*. – 2021. – №28. – С. 82–88. URL: https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/322

2. Павленко І. Ю., Гончаренко І. С. Особливості прийняття інвестиційних рішень в умовах економічної нестабільності // *Економіка та держава*. – 2020. – №2. – С. 41–44.

ОСОБЛИВОСТІ ЄВРОПЕЙСЬКИХ ПРАКТИК УПРАВЛІННЯ ЕКОНОМІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ ПІДПРИЄМСТВА

Кліменко О. М., Мельниченко А. А.
Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця, м. Харків

Європейські країни сформували високорозвинену систему управління економічною безпекою підприємств, яка ґрунтується на інтеграції державного регулювання, корпоративного управління та міжнародного співробітництва. Такий підхід дозволяє ефективно нейтралізувати як внутрішні, так і зовнішні загрози для стабільного функціонування бізнесу. Актуальність теми обумовлена необхідністю адаптації українських підприємств до європейських стандартів економічної безпеки в умовах євроінтеграції та посилення зовнішніх загроз.

Серед основних практик управління економічною безпекою підприємства – розвинена система ризик-менеджменту, яка охоплює моніторинг загроз на макро- та мікрорівнях, використання аналітичних платформ для виявлення економічних ризиків, а також постійний контроль фінансової стійкості підприємств і аналіз кіберзагроз. Значну роль у забезпеченні фінансової стабільності відіграє Європейський центральний банк, що здійснює контроль за банківським сектором. Важливими регуляторними інструментами виступають директиви ЄС щодо протидії відмиванню коштів (AML) і фінансуванню тероризму (CFT), а також нова Директива ЄС про ланцюги постачання (2024), яка зобов'язує компанії перевіряти контрагентів щодо дотримання прав людини та екологічних стандартів.

Антимонопольна політика ЄС запобігає недобросовісній конкуренції та зловживанню домінуючим становищем, регулює державну допомогу та забезпечує прозорість ринкових процесів. Значну увагу приділено цифровій безпеці: підприємства впроваджують політику нульової довіри (Zero Trust Security), стандарти ISO/IEC 27001, дотримуються вимог GDPR та NIS2 щодо захисту персональних і корпоративних даних.

Окремим напрямом є енергетична безпека, що реалізується через розвиток відновлюваних джерел енергії, зниження залежності від імпорту та інтегровану енергетичну політику в межах ЄС. У сфері міжнародного співробітництва ЄС використовує санкції для захисту стратегічних секторів, контролює іноземні інвестиції та підтримує економічну інтеграцію всередині Союзу.

Отже, Європейська модель управління економічною безпекою підприємства базується на міждисциплінарному підході, що поєднує правові, фінансові, організаційні та технологічні інструменти. Такий комплексний підхід є важливою практикою для прийняття вітчизняними підприємствами.

Література:

1. Liezina A., Lavruk A., Matviienko H., Ivanets I., Tseluiko O., Kuchai O. Impact of econometric modeling and perspectives of economic security of the cross-industry complex. *Acta Innovations*. 2023. № 47. P. 73–83

СТРАТЕГІЧНИЙ МАРКЕТИНГ В ЗАКЛАДАХ ОСВІТИ

Клімов М.В.
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", м. Харків

У сучасному конкурентному середовищі заклади освіти дедалі частіше застосовують принципи стратегічного маркетингу для зміцнення свого іміджу, залучення студентів та формування унікальної освітньої пропозиції. Стратегічний маркетинг у сфері освіти – це системний підхід до управління попитом на освітні послуги, побудови бренду та створення довгострокових конкурентних переваг.

Стратегічний маркетинг – це довгострокове планування маркетингових зусиль, орієнтоване на досягнення цілей закладу освіти з урахуванням зовнішнього середовища та внутрішніх ресурсів. У закладах освіти він охоплює: позиціонування закладу на ринку, формування унікальних освітніх програм, побудову бренду та репутації, комунікацію з цільовими аудиторіями.

Ключові завдання стратегічного маркетингу: аналіз потреб абітурієнтів, батьків, роботодавців, розробка ціннісної освітньої пропозиції, побудова стратегії просування та PR, створення системи зворотного зв'язку, підтримка інновацій та адаптація до змін ринку. Основні інструменти: SWOT-аналіз освітнього закладу, стратегічне сегментування ринку, брендинг і репутаційний маркетинг, digital-маркетинг (сайт, соціальні мережі, онлайн-реклама), інтерактивна комунікація з абітурієнтами (чат-боти, відео, віртуальні тури). Виклики стратегічного маркетингу в освіті: недостатня підготовка персоналу в галузі маркетингу, обмежені бюджети, складність у вимірюванні ефективності, інституційна інертність та супротив змінам. Університети, що впроваджують системи моніторингу потреб ринку праці, швидше адаптують навчальні програми; інституції, що активно працюють із соціальними мережами, демонструють стабільний приріст кількості вступників. Стратегічний маркетинг у закладах освіти – це необхідність, а не розкіш. Успішна реалізація маркетингової стратегії дозволяє не лише збільшити кількість вступників, а й підвищити якість освітніх послуг, конкурентоспроможність і репутацію закладу в довгостроковій перспективі.

Література:

1. Кулаєць М.М. Удосконалення інноваційної підприємницької діяльності/ М.М. Кулаєць, М.Ф. Бабієнко, П.А. Лайко, П.М. Музика, О.Д. Витвицька, Є.А. Бузовський, В.А. Скрипниченко, М.М. Лучник// Економіка АПК. 2009. №5. С.76-87

2. Витвицька О. Д. Формування стратегії інноваційного розвитку аграрних підприємств. Економіка АПК. 2011. С.132-138

3. Кваша С. М. Механізм підтримки сільськогосподарського виробництва та шляхи його удосконалення : моногр. / С.М. Кваша, О.Д.Витвицька, К.В.Наконечна. К.: ННЦ ІАЕ, 2009. 200 с.

4. Лайко П. А. Фактори підвищення рівня продовольчої безпеки / П. А. Лайко, М. Ф. Бабієнко, Т. Д. Іщенко // Економіка АПК. – 2006. – № 8. – С. 20–28.

5. Shpak N., Vytvytska O., Martynyuk O., Kylaec M., Sroka W., (2022). Formation of management and technological maturity levels of enterprises for their dynamic development. Engineering Management in Production and Services, 14(3), 1-12.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ІНСТИТУТУ ЕКОНОМІКИ, МЕНЕДЖМЕНТУ І МІЖНАРОДНОГО БІЗНЕСУ

Кобєлєв В.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Інститут економіки, менеджменту і міжнародного бізнесу НТУ «ХПІ» відіграє ключову роль у формуванні фахівців для ринкової економіки, державного управління та глобального підприємництва. В умовах цифровізації, інтернаціоналізації освіти та швидких змін економічного середовища постає потреба в переосмисленні стратегічних напрямків його розвитку. Місія інституту – підготовка конкурентоспроможних фахівців у галузі економіки, управління та міжнародного бізнесу через інноваційні підходи до освіти, науки і практики. Стратегічні цілі: підвищення якості освітніх програм, інтеграція у міжнародний академічний простір, розвиток наукової та підприємницької екосистеми, формування практично орієнтованих компетенцій. Освітній розвиток: актуалізація навчальних програм відповідно до вимог ринку праці (SaaS-бізнес, цифрова економіка, ESG, e-commerce); впровадження дуальної освіти у співпраці з бізнес-партнерами; розширення англомовних програм для іноземних студентів і міжнародного обміну; підвищення кваліфікації викладачів через стажування та онлайн-курси. Науково-дослідна діяльність: розвиток міждисциплінарних досліджень у сфері цифрової трансформації економіки; участь у міжнародних грантових програмах (Horizon Europe, Erasmus+, Jean Monnet); створення наукових лабораторій з менеджменту інновацій, фінансової аналітики, стартап-екосистем; публікаційна активність у міжнародних індексованих виданнях. Міжнародна співпраця: партнерські відносини з університетами Європи та Азії; участь у спільних програмах подвійних дипломів; розширення мобільності; організація міжнародних конференцій та літніх шкіл. Інститут економіки, менеджменту і міжнародного бізнесу має усі передумови стати лідером у підготовці фахівців нового покоління. Його подальший розвиток залежить від гнучкості до змін, відкритості до світу та глибокої інтеграції науки й освіти з практикою.

Література:

1. Лайко П.А. Інформаційне забезпечення формування і функціонування ринку науково-технічної продукції як невід'ємна складова інноваційної діяльності // *Економіка АПК*. 2008. №7. С. 96-105.

2. Перерва, П.Г. Інноваційні технології реструктуризації промислового підприємства. Маркетинг інновацій і інновації у маркетингу: збірник тез доповідей VIII Міжнар. науково-практ. конф., 25-26 вересня 2014 р. Суми: ТОВ "ДД "Папірус", 2014. С. 119-121.

3. Бузовський Є.А., Вітвицька О.Д., Скрипниченко В.А. Інновації в оцінюванні енергетичної ефективності та енергоємності сільськогосподарського виробництва // *Агроінком*. 2008. № 7 (10). С. 50–56.

4. Витвицька О.Д. Механізм реалізації мотивацій інноваційного підприємства : монограіфія. К.: Аграр Медіа Груп, 2011. 320 с.

5. Кулаєць М.М. Інноваційне забезпечення продовольчої безпеки в Україні і світі // *Агроінком*. 2011. № 1-3. С. 28.

СУТНІСТЬ ІНФОРМАЦІЙНОГО ПОТЕНЦІАЛУ БІЗНЕСУ

Кобєлєв І.В., Перерва П.Г.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В умовах цифрової трансформації економіки інформація стала одним із найцінніших активів бізнесу. Успішні компанії не лише збирають і зберігають дані, а й перетворюють їх на стратегічний ресурс. У цьому контексті важливо дослідити сутність інформаційного потенціалу бізнесу, його структуру, роль і значення для підвищення ефективності діяльності підприємства.

Інформаційний потенціал бізнесу – це сукупність інформаційних ресурсів, систем, технологій, компетенцій і процесів, що забезпечують збір, обробку, аналіз, зберігання й використання інформації з метою досягнення стратегічних і тактичних цілей підприємства. Цей потенціал охоплює не лише технологічну, а й організаційну, аналітичну та кадрову складові. Структура інформаційного потенціалу: інформаційні ресурси; інформаційні системи; інформаційні технології; кадрова складова; організаційні процеси). Роль інформаційного потенціалу в бізнесі: підвищення ефективності управління: оперативний доступ до точних даних; прогнозування та аналітика: виявлення трендів і ризиків; покращення обслуговування клієнтів: персоналізація послуг; інновації: розвиток нових продуктів на основі аналітики; конкурентні переваги: швидше реагування на зміни ринку. Чинники розвитку інформаційного потенціалу: рівень цифрової зрілості підприємства; інвестиції у цифрову трансформацію; доступ до якісних даних; культура управління інформацією; співпраця з технологічними партнерами. Проблеми та виклики: надмірна кількість неструктурованих даних; проблеми інтеграції IT-систем; захист персональних даних і конфіденційності; дефіцит висококваліфікованих кадрів; опір змінам у традиційних бізнес-моделях. Інформаційний потенціал стає визначальним чинником сталого розвитку бізнесу в епоху цифрової економіки. Його грамотне формування та стратегічне використання дозволяють компаніям досягати вищих результатів, бути гнучкими й конкурентоспроможними. Розвиток цього потенціалу має стати пріоритетом для сучасного підприємства.

Література:

1. Перерва, П.Г. Інноваційні технології реструктуризації промислового підприємства. Маркетинг інновацій і інновації у маркетингу: збірник тез доповідей VIII Міжнар. науково-практ. конф., 25-26 вересня 2014 р. Суми: ТОВ "ДД "Папірус", 2014. С. 119-121.

2. Лайко П.А. Інформаційне забезпечення формування і функціонування ринку науково-технічної продукції як невід'ємна складова інноваційної діяльності // *Економіка АПК*. 2008. №7. С. 96-105.

3. Бузовський Є.А., Вітвицька О.Д., Скрипниченко В.А. Інновації в оцінюванні енергетичної ефективності та енергоємності сільськогосподарського виробництва // *Агроінком*. 2008. № 7 (10). С. 50–56.

4. Витвицька О.Д. Механізм реалізації мотивацій інноваційного підприємства : монограіфія. К.: Аграр Медіа Груп, 2011. 320 с.

5. Кулаєць М.М. Інноваційне забезпечення продовольчої безпеки в Україні і світі // *Агроінком*. 2011. № 1-3. С. 28.

СТАДІЇ СТРАТЕГІЧНОГО РОЗВИТКУ КРЕАТИВНОЇ ЕКОНОМІКИ

Кобєлєва Т.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Креативна економіка – це сегмент економіки, який ґрунтується на інтелектуальній праці, культурі, інноваціях та творчості. Вона охоплює такі галузі, як дизайн, мода, IT, архітектура, реклама, медіа, мистецтво тощо. У сучасних умовах вона не лише зростає швидше за традиційні сектори, а й формує нову логіку економічного мислення. Для її сталого розвитку необхідна чітка стратегія, що охоплює етапність і системність дій. Згідно з визначенням ЮНЕСКО та ОЕСР, креативна економіка – це економічна діяльність, заснована на творчому вираженні, культурній самобутності, інноваціях та цифрових технологіях, яка створює економічну цінність і робочі місця.

Пропонуємо до розгляду основні стадії стратегічного розвитку. 1. Формування потенціалу (активація): ідентифікація та картографування креативних індустрій у регіоні або країні; формування політики підтримки малого креативного бізнесу; освітні ініціативи для підготовки кадрів. 2. Інституціалізація: створення центрів креативної економіки; впровадження нормативної бази та інституційної підтримки; налагодження діалогу між державою, бізнесом і творчими спільнотами. 3. Інтеграція в економічну систему: визнання креативного сектору як частини ВВП; залучення інвестицій у культурні стартапи; розвиток інфраструктури (креативні хаби, технопарки, інкубатори). 4. Експорт та міжнародна співпраця: просування національного креативного продукту на зовнішні ринки; участь у міжнародних форумах, виставках, кластерах; співпраця з міжнародними фондами і донорськими організаціями. 5. Цифрова трансформація: переосмислення моделей монетизації (NFT, стрімінг, e-commerce); масштабування цифрових культурних продуктів; використання big data, ШІ та блокчейн у креативному виробництві.

Креативна економіка – це не лише культурний феномен, а й важливий драйвер сталого економічного розвитку. Її стратегічне зростання передбачає послідовне проходження певних стадій – від формування екосистеми до міжнародної інтеграції та цифрового прориву. Ефективна політика в цій сфері здатна стимулювати зайнятість, інновації та національну ідентичність.

Література:

1. Лайко П.А. Інформаційне забезпечення формування і функціонування ринку науково-технічної продукції як невід'ємна складова інноваційної діяльності // *Економіка АПК*. 2008. №7. С. 96-105.

2. Бузовський Є.А., Вітвицька О.Д., Скрипниченко В.А. Інновації в оцінюванні енергетичної ефективності та енергоємності сільськогосподарського виробництва // *Агроінком*. 2008. № 7 (10). С. 50–56.

3. Витвицька О.Д. Механізм реалізації мотивацій інноваційного підприємства : монограіфія. К.: Аграр Медіа Груп, 2011. 320 с.

4. Кулаєць М.М. Інноваційне забезпечення продовольчої безпеки в Україні і світі // *Агроінком*. 2011. № 1-3. С. 28.

АСПЕКТИ ІННОВАЦІЙНИХ РЕСТОРАННИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ЗАКЛАДАХ РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА

Кок А.В., Куниця К.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Одним із важливих напрямів державної політики у сфері здорового харчування є покращення раціону населення шляхом збільшення частки продуктів повсякденного споживання, що мають високу харчову та біологічну цінність. Особливе місце в харчуванні дорослих і дітей займають кондитерські вироби, які завдяки своїй популярності суттєво впливають на загальний стан харчування. Водночас типовою проблемою таких продуктів є їхня незбалансованість за вмістом мікронутрієнтів при високій калорійності. Однією з перспективних ідей щодо вдосконалення якості харчових продуктів та розширення їх асортименту є використання місцевих плодів і ягід, як у свіжому, так і в переробленому вигляді. У зв'язку з цим актуальним стає питання розробки борошняних кондитерських виробів, збагачених дефіцитними поживними речовинами, з подальшим впровадженням їх у виробництво як на підприємствах харчової промисловості, так і в закладах ресторанного господарства. Раціональне харчування безпосередньо впливає на імунітет людини, сприяє профілактиці простудних захворювань, загострень хронічних хвороб та запобігає розвитку нових патологій. Недостатнє забезпечення організму макро- та мікронутрієнтами призводить до зниження опірності та зростання кількості захворювань. Незбалансований раціон стає чинником розвитку серцево-судинних хвороб, порушень обміну речовин, хвороб шлунково-кишкового тракту, онкологічних та інших недуг. В основі створення конкурентоздатних інноваційних продуктів повинні бути високоякісні, комплексні наукові дослідження та випробування. Сучасне виробництво бісквітних напівфабрикатів розвивається в напрямі їх збагачення вітамінами, мінералами та харчовими волокнами з одночасним зниженням калорійності. Таким чином, стоїть низка завдань: удосконалити якість та асортимент бісквітних напівфабрикатів, підвищити їх харчову цінність та смакові властивості, впроваджувати нові ефективні технології із застосуванням нетрадиційної натуральної сировини. Для продовження термінів зберігання та підвищення поживної цінності бісквітів розроблено рецептури з додаванням молочної сироватки, згущеного молока, пшеничного борошна, розпушувача та рафінованої соняшникової олії. Отже, борошняні кондитерські вироби залишаються затребуваними серед населення завдяки привабливому вигляду та високій енергетичній цінності. При створенні нових бісквітних виробів доцільно використовувати плодово-ягідну сировину, яка збагачує продукцію вітамінами, мінералами та біологічно активними речовинами. Одним зі шляхів удосконалення харчової цінності є корегування рецептур та застосування функціональних нутрієнтів. Водночас удосконалення якості та харчової цінності борошняних виробів тісно пов'язане з продовженням строків їх зберігання.

СУЧАСНІ ТРЕНДИ В ОРГАНІЗАЦІЇ РОЗДРІБНОЇ ТОРГІВЛІ В УМОВАХ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ

Колесник О.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сучасна роздрібна торгівля перебуває в стані глибокої трансформації під впливом цифрових технологій. Цифрова трансформація вже не є трендом, а стала необхідною умовою в конкурентоспроможності на ринку. Це не просто автоматизація окремих процесів, а повна перебудова бізнес-моделей орієнтована на клієнтів зі швидкістю та гнучкістю.

Один із ключових напрямів змін – це омніканальність. Сучасний покупець очікує зручності та доступності у будь-якому форматі: в магазині, онлайн, через мобільний застосунок або соціальні мережі. Торгові мережі інтегрують усі ці канали, щоб забезпечити єдиний, безперервний клієнтський досвід. Наприклад, клієнт може подивитися товар у застосунку, зарезервувати його онлайн і забрати у найближчому магазині або замовити доставку додому.

Штучний інтелект і аналітика даних відіграють вирішальну роль у сучасному ритейлі. Завдяки аналізу великих обсягів інформації компанії можуть краще розуміти потреби своїх клієнтів, передбачати попит, управляти запасами і формувати персоналізовані пропозиції.

Автоматизація проникає у всі рівні торгівлі – від кас самообслуговування у магазинах до повністю автоматизованих складів. Робити сортують товари, дрони здійснюють доставку, а чат-боти допомагають клієнтам у реальному часі. Це зменшує витрати та прискорює обслуговування.

Великий вплив на роздрібну торгівлю має соціальна комерція. Соцмережі стали не лише платформами для спілкування, а й повноцінними каналами продажів. Люди охоче купують товари, які бачать у блогерів, або переходять за прямими посиланнями в Instagram чи TikTok. Прямі ефіри з демонстрацією товарів набувають шаленої популярності, особливо серед молоді.

Ще один вагомий тренд – мобільна торгівля. Все більше покупок відбувається зі смартфонів. Тому компанії активно інвестують у розробку зручних мобільних застосунків, адаптованих сайтів, швидких і безпечних платіжних систем. Покупець цінує можливість зробити покупку в кілька кліків.

Окрема увага приділяється логістиці. Покупець чекає швидкої та гнучкої доставки. У відповідь з'являються склади, які працюють виключно на онлайн-замовлення. Впроваджуються системи моментальної доставки, трекінгу в реальному часі, можливість обирати зручний час отримання посилки. Все це формує новий стандарт обслуговування.

У підсумку цифрова трансформація відкриває перед роздрібною торгівлею нові можливості, але й вимагає значних інвестицій, змін у культурі управління та постійного вдосконалення. Перемагають ті, хто не боїться експериментувати, швидко адаптується до нових умов і фокусується на потребах сучасного клієнта.

УПРАВЛІННЯ ГРОШОВИМИ ПОТОКАМИ БАНКУ В ЦИФРОВУ ЕПОХУ: ІНТЕГРАЦІЯ РИЗИК-МЕНЕДЖМЕНТУ

Коломієць Ю. Ю.

Харківський Національний університет імені В. Н. Каразіна, м. Харків

Ефективне управління грошовими потоками є ключовою передумовою стабільного функціонування та платоспроможності банківських установ. Впровадження сучасних технологій та інноваційних інструментів відкриває нові можливості для підвищення ефективності управління ризиками, пов'язаними з грошовими потоками.

Цифровізація банківської діяльності вимагає адаптації бізнес-моделей, змінює екосистему фінансових ринків та надає можливості для розробки інноваційних продуктів і послуг. Традиційні банки стикаються з конкуренцією з боку FinTech-стартапів, які пропонують більш гнучкі рішення.

Цифрова трансформація є бізнес-стратегією, спрямованою на забезпечення гнучкої адаптації бізнесу до змін ринкового середовища. Існує необхідність впровадження інноваційних моделей банківського бізнесу, таких як "розумний" багатоканальний банк, соціально залучений банк, фінансова/нефінансова цифрова екосистема, модель A, модель B, модель C та модель D [1].

Для успішної цифровізації банківського сектору необхідні певні передумови, включаючи розвинену інфраструктуру, систему ідентифікації клієнтів, захист персональних даних, кваліфіковані кадри та нормативно-правову базу. Цикл впровадження цифрових технологій у банківську діяльність включає етапи від виникнення потреби в інноваціях до їх адаптації та вдосконалення. Ключовими аспектами є інноваційність, оптимізація витрат, безпека інформації, прозорість та аналіз ризиків.

Грошові потоки банку відображають рух грошових коштів, забезпечуючи ліквідність та фінансову стійкість, а фінансові потоки є ширшим поняттям, що охоплює всі види ресурсів. Управління фінансовими потоками передбачає використання потокового підходу, що сприяє глибшому розумінню стабільності банківської системи. Розвивається ідея інтеграції процесного підходу з іншими управлінськими концепціями, що дозволяє отримати комплексне уявлення про функціонування банківської системи. Ефективне управління грошовими потоками є важливим елементом забезпечення фінансової стійкості банків. В умовах розвитку технологій необхідне впровадження новітніх рішень для управління ризиками, але існуючі дослідження часто не враховують специфіку цифрового середовища. Тому, є потреба в подальших наукових дослідженнях для розробки адаптованих до цифрової економіки методів управління ризиками, пов'язаними з грошовими потоками банків.

Література:

1. European Central Bank. Banks' business models: an uncertain environment needs agile steering. 2023. 15 February. URL: https://www.bankingsupervision.europa.eu/press/publications/newsletter/2023/html/ssm.nl230215.en.html (дата звернення 30.01.2025).

ФОРМУВАННЯ РИНКУ КОСМЕТИКИ В УКРАЇНІ

Колотюк В.С., Перерва П.Г.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Ринок косметичних засобів в Україні демонструє активну динаміку розвитку. Зі зростанням рівня добробуту, зміною стилю життя та впливом світових трендів український споживач стає дедалі більш вимогливим до якості, екологічності й естетики продукції. Метою доповіді є дослідити етапи формування ринку косметики в Україні, виявити ключові фактори впливу та окреслити сучасні тенденції. Історичні аспекти формування ринку. Період до 1991 року: домінування державних підприємств (наприклад, «Свобода», «Дніпро»); 1990–2000-ті роки: відкриття ринку для імпорту, поява міжнародних брендів (Nivea, L'Oréal, Oriflame); після 2010 року: розвиток вітчизняних брендів, інтерес до органічної та нішевої косметики. Структура сучасного ринку косметики: мас-маркет: широкий асортимент за доступною ціною (Eva, Watsons, Avon); преміум-сегмент: елітна продукція світових брендів (Chanel, Dior, Estée Lauder); натуральна косметика: українські виробники (Yaka, Joko Blend, White Mandarine); Професійна косметика: для салонів краси, дерматології. Основні чинники впливу на розвиток ринку: зміна споживчих вподобань; вплив соціальних мереж, beauty-блогерів; розвиток e-commerce і маркетплейсів; політика держави щодо сертифікації та імпорту; глобальні тренди та модні тенденції. Українські бренди поступово завойовують довіру покупців завдяки: доступній ціні, натуральним складникам, прозорому виробництву, естетичному дизайну упаковки. Це створює здорову конкуренцію та зменшує залежність від імпортної продукції.

Виклики: цінова конкуренція з міжнародними брендами, доступ до якісної сировини, потреба в інноваціях і дослідженнях. *Перспективи:* експорт української косметики, впровадження нових технологій (біокосметика, нанокосметика), формування сталих екобрендів. Ринок косметики продовжує активно розвиватися, адаптуючись до нових умов і запитів споживачів.

Література:

1. Shpak N., Vytvytska O., Martynyuk O., Kylaec M., Sroka W., (2022). Formation of management and technological maturity levels of enterprises for their dynamic development. Engineering Management in Production and Services, 14(3), 1-12.

2. Кулаєць М.М. Удосконалення інноваційної підприємницької діяльності/ М.М. Кулаєць, М.Ф. Бабієнко, П.А. Лайко, П.М. Музика, О.Д. Витвицька, Є.А. Бузовський, В.А. Скрипниченко, М.М. Лучник// Економіка АПК. 2009. №5. С.76-87

3. Витвицька О. Д. Формування стратегії інноваційного розвитку аграрних підприємств. Економіка АПК. 2011. С.132-138

4. Кваша С. М. Механізм підтримки сільськогосподарського виробництва та шляхи його удосконалення : моногр. / С.М. Кваша, О.Д.Витвицька, К.В.Наконечна. К.: ННЦ ІАЕ, 2009. 200 с.

5. Лайко П. А. Фактори підвищення рівня продовольчої безпеки / П. А. Лайко, М. Ф. Бабієнко, Т. Д. Іщенко // Економіка АПК. – 2006. – № 8. – С. 20–28.

ВАЖЛИВІСТЬ ПРАВА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ

Колотюк О.І., Ткачов М.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасному інформаційному суспільстві інтелектуальна власність стала одним із найцінніших ресурсів. Право інтелектуальної власності охоплює охорону результатів творчої діяльності – від наукових винаходів до літературних творів та брендів. Захист таких прав є необхідним для стимулювання інновацій, розвитку культури та економіки. Інтелектуальна власність – це право особи на результати її інтелектуальної, творчої діяльності. Згідно з міжнародною практикою, вона поділяється на: промислову власність (винаходи, торговельні марки, промислові зразки) та авторське право і суміжні права (твори літератури, мистецтва, музики, комп'ютерні програми).

Важливість правового захисту інтелектуальної власності: стимулювання інновацій (захист авторських і патентних прав мотивує науковців, митців і підприємців створювати нові продукти та ідеї); підтримка економіки (інноваційні компанії формують додану вартість, розвивають ринок праці, приваблюють інвестиції); забезпечення конкуренції (чітке регулювання дозволяє уникнути недобросовісного використання чужих розробок); захист прав авторів і розробників (право інтелектуальної власності гарантує визнання авторства та отримання справедливої винагороди). Міжнародні та національні механізми охорони: Всесвітня організація інтелектуальної власності (WIPO); Паризька та Бернська конвенції; TRIPS-угода (WTO); законодавство України: Цивільний кодекс, Закон «Про охорону прав на знаки для товарів і послуг» та ін. Проблеми та виклики в Україні: низький рівень правосвідомості; слабка практика судового захисту; піратство, особливо в цифровому середовищі; неактуальні механізми ліцензування. Перспективи розвитку: цифрова трансформація реєстрації прав, впровадження блокчейн, освітні кампанії з інтелектуальної грамотності, міжнародна інтеграція України у правову систему ЄС.

Інтелектуальна власність є невід'ємною частиною інноваційного розвитку суспільства. Її ефективний правовий захист – запорука розвитку науки, культури, технологій та економіки загалом. Україна має всі передумови для створення потужної системи охорони прав інтелектуальної власності, що відповідатиме європейським стандартам.

Література:

1. Витвицька О. Д. Формування стратегії інноваційного розвитку аграрних підприємств. Економіка АПК. 2011. С.132-138

2. Кулаєць М.М. Удосконалення інноваційної підприємницької діяльності/ М.М. Кулаєць, М.Ф. Бабієнко, П.А. Лайко, П.М. Музика, О.Д. Витвицька, Є.А. Бузовський, В.А. Скрипниченко, М.М. Лучник// Економіка АПК. 2009. №5. С.76-87

3. Кваша С. М. Механізм підтримки сільськогосподарського виробництва та шляхи його удосконалення : моногр. / С.М. Кваша, О.Д.Витвицька, К.В.Наконечна. К.: ННЦ ІАЕ, 2009. 200 с.

4. Лайко П. А. Фактори підвищення рівня продовольчої безпеки / П. А. Лайко, М. Ф. Бабієнко, Т. Д. Іщенко // Економіка АПК. – 2006. – № 8. – С. 20–28.

ФОРМУВАННЯ КОНКУРЕНТНИХ ПЕРЕВАГ ДЕВЕЛОПЕРСЬКИХ КОМПАНІЙ ЧЕРЕЗ МАРКЕТИНГ

Кононова І.В., Верхоглядова Н.І.
Український державний університет науки і технології, м. Дніпро

Сучасний ринок нерухомості в Україні демонструє динамічний розвиток, що зумовлено активними економічними процесами та зростанням попиту на якісне житло, комерційні об'єкти та інфраструктуру. Нерухомість стала не лише основою для інвестицій, але й важливим елементом забезпечення економічного зростання країни, оскільки цей сектор формує значну частину ВВП та забезпечує стабільні надходження до бюджету [1]. Одним із ключових учасників ринку стали девелоперські компанії – організації, які не лише зводять об'єкти, а й реалізовують повний цикл проєкту: від ідеї до експлуатації. Їхня ефективність безпосередньо залежить від здатності пристосовуватися до ринкових умов, пропонувати конкурентоспроможні продукти та послуги, а також активно взаємодіяти з кінцевими споживачами.

Ринок нерухомості має низку специфічних характеристик: висока вартість об'єктів, обмеженість ресурсів, значна роль державного регулювання, складність угод та тривалість реалізації проєктів [2]. Девелоперські компанії, як професійні учасники цього ринку, виконують важливу функцію інтеграції інвесторів, підрядників, державних органів та кінцевих споживачів.

Серед чинників, які визначають рівень конкурентоспроможності девелоперської компанії, можна виділити такі, як якість та інноваційність об'єктів; доступність та гнучкість цін; розташування проєктів; рівень сервісу та післяпродажного обслуговування; кваліфікація персоналу; імідж компанії; здатність до швидкого реагування на зміни ринку [3].

Маркетингове забезпечення конкурентоспроможності є критично важливим фактором успішного функціонування девелоперських компаній на ринку нерухомості. У сучасних умовах, коли покупець стає все більш вимогливим, а конкуренція – жорсткішою, лише ті компанії, які ефективно працюють зі споживачем і ринком, мають шанс на довготривалий успіх. Тому впровадження цілісної маркетингової стратегії – не опція, а необхідність для кожної девелоперської структури, яка прагне лідерства.

Література:

1. Бережна А.Ю. Особливості формування та прогнозування ринку житлової нерухомості в Україні [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://eprints.ksame.kharkov.ua/3626/1/
2. Грибовський С. В. Оцінка вартості нерухомості. Львів, URL: http:// http://bibliograph.com.ua/biznes-8/4.htm
3. Поліщук Є.А. Діяльність девелоперських компаній на регіональному ринку нерухомості України. Регіональна бізнес-економіка та управління. №3(19). С. 111 - 118.

УДОСКОНАЛЕННЯ УПРАВЛІННЯ ОРГАНІЗАЦІЄЮ ЧЕРЕЗ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ КОНТРОЛІНГУ

Коноплянка Д.В.
Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна, м. Харків

В умовах нестабільності зовнішнього середовища та високої конкуренції українські підприємства потребують ефективних управлінських інструментів, здатних забезпечити швидке реагування на зміни, підвищення гнучкості та раціональне використання ресурсів. Одним із таких інструментів є система контролінгу, що поєднує елементи планування, аналізу, моніторингу, координації та контролю для досягнення стратегічних і тактичних цілей організації.

Контролінг формує інформаційний каркас для ухвалення управлінських рішень, орієнтованих на результат. Його запровадження дозволяє організації підвищити якість управління фінансовими та операційними процесами, оптимізувати витрати, виявити слабкі місця в системі управління та забезпечити стратегічну узгодженість рішень на всіх рівнях. У практичному вимірі контролінг сприяє створенню ефективної моделі управління, що ґрунтується на прозорості даних, цільовому управлінні результатами та інтеграції внутрішньої звітності.

Особливе значення система контролінгу набуває у процесі цифрової трансформації підприємств, адже сучасні інформаційні технології (Big Data, ERP-системи, BI-аналітика) відкривають нові можливості для моніторингу діяльності в реальному часі, автоматизації управлінського обліку та підвищення аналітичної точності. Зокрема, поєднання стратегічного та оперативного контролінгу дозволяє досягти балансу між довгостроковими цілями і поточними завданнями бізнесу, забезпечити гнучкість у прийнятті рішень і знизити рівень ризиків.

Ключовими умовами ефективного впровадження контролінгу є: створення окремої служби або функціонального підрозділу з відповідними повноваженнями; систематизація управлінської інформації; визначення ключових показників ефективності (KPI); впровадження процедур фінансового аналізу; та формування системи раннього попередження щодо відхилень.

Таким чином, контролінг не лише забезпечує стабільність функціонування підприємства, а й виступає основою для побудови сучасної адаптивної системи управління, здатної підтримувати розвиток організації в умовах викликів і трансформацій.

Література:

1. Бланк І. О. *Контролінг в системі управління підприємством*. К.: Ніка-Центр, 2018.
2. Герасименко О. В. *Контролінг: теорія і практика*. Львів: Вид-во ЛНУ ім. Івана Франка, 2021.

АНАЛІЗ І ПРОГНОЗУВАННЯ ПОВЕДІНКИ СПОЖИВАЧІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Конохова З.П., Грінберг Г.Л.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Аналіз поведінки споживачів сьогодні є ключовим напрямком маркетингової діяльності. Впровадження в цю діяльність сучасних цифрових технологій і штучного інтелекту (ШІ) дозволяє не тільки збирати і аналізувати величезні обсяги даних, а й використовувати зібрану інформацію для розпізнавання закономірностей у поведінці споживачів, прогнозування їхніх дій, персоналізацію та автоматизацію комунікації тощо.

Традиційними джерелами маркетингової інформації є опитування, інтерв'ювання фокус-груп, аналіз продажів тощо. Для аналізу поведінки споживачів використовують також дані вебсайтів, соціальних мереж та CRM-систем. Інформація з цих джерел дозволяє створювати детальні профілі клієнтів, вивчаючи їхню поведінку на сайті, відгуки в соцмережах та історію покупок. Аналітика вебсайтів може виявити, які сторінки користувач відвідує найчастіше, які товари цікавлять його більше, і в який момент він робить покупку або полишає сайт. Дані з соцмереж дозволяють зрозуміти емоційний настрій клієнтів і характер їхньої взаємодії з брендами. Чат-боти та віртуальні асистенти допомагають компаніям підтримувати зв'язок із клієнтами в режимі 24/7. Вони можуть відповідати на запити, пропонувати продукти. CRM-системи зберігають інформацію про попередні покупки, взаємодії з компанією і запити клієнтів, що дає можливість прогнозувати, що їх цікавитиме в майбутньому.

Алгоритми машинного навчання аналізують історичні дані і на основі цього вивчають складні взаємозв'язки між змінними, що впливають на рішення споживачів, роблять прогнози щодо подальших кроків кожного клієнта. Наприклад, якщо клієнт регулярно купує певні товари, ШІ може передбачити, що йому буде цікаво купити товари-комплементи, пов'язані з його попередніми покупками. Аналізуючи поведінку користувачів, ШІ може запропонувати персоналізовані рекомендації, що збільшує ймовірність покупки.

Використання можливостей ШІ допомагає бізнесу прогнозувати:

– ймовірність повторної покупки;
– перелік товарів та послуг, які незабаром будуть цікаві клієнту;
– час, коли клієнт може зробити наступну транзакцію;
– відтік клієнтів і ризик відмови від співпраці.

Така інформація дозволяє бізнесу краще розуміти своїх клієнтів, ефективніше адаптувати маркетингові стратегії до реальних запитів ринку, створювати персоналізовані пропозиції, які підвищують конверсію та рівень задоволеності клієнтів. Інтеграція ШІ у процеси аналізу споживчої поведінки відкриває нові можливості для компаній, які хочуть бути конкурентоспроможними. Впроваджуючи інтелектуальні системи, бізнес може оптимізувати стратегії взаємодії з клієнтом та підвищити рівень продажів.

СУТНІСТЬ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ПОСЛУГИ

Копиця А.О., Кобєлєва Т.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасному суспільстві інформація перетворилася на стратегічний ресурс, а інформаційні послуги – на невід'ємний компонент економіки знань. Із розвитком цифрових технологій та зростанням обсягів інформації зростає й потреба в її ефективній обробці, зберіганні, аналізі та наданні користувачам. Метою доповіді є розкрити поняття, функції та значення інформаційної послуги у сучасному світі.

Інформаційна послуга – це діяльність, спрямована на забезпечення користувача актуальною, достовірною та корисною інформацією у зручному форматі. Це може включати: пошук і відбір даних, аналітичну обробку, зберігання і передачу інформації, консультації щодо використання інформаційних ресурсів. Основні характеристики інформаційної послуги: нематеріальність –продукт не має фізичної форми; оперативність – актуальність і своєчасність є критичними; цінність для прийняття рішень – інформація це основа стратегічного планування; індивідуальність – послуга часто надається відповідно до конкретного запиту клієнта. За способом надання визначають традиційні (бібліотечні, архівні) та електронні (інтернет-довідники, цифрові бази даних). За цільовим призначенням: комерційні (маркетингова аналітика), освітні (інформаційна підтримка навчання) та адміністративні послуги. Значення інформаційних послуг у суспільстві: сприяють швидкому доступу до знань; підтримують прийняття обґрунтованих рішень; підвищують продуктивність бізнесу та державного управління; сприяють розвитку освіти, науки, культури. Інформаційна послуга – це не лише передача знань, а й важливий елемент інфраструктури сучасного суспільства. В епоху цифровізації її роль тільки зростає, що вимагає високого рівня професіоналізму від фахівців цієї галузі та постійного розвитку інноваційних рішень у сфері обробки інформації.

Література:

1. Бузовський Є.А., Вітвицька О.Д., Скрипниченко В.А. Інновації в оцінюванні енергетичної ефективності та енергоємності сільськогосподарського виробництва // *Агроінком*. 2008. № 7 (10). С. 50–56.

2. Кулаєць М.М. Удосконалення інноваційної підприємницької діяльності/ М.М. Кулаєць, М.Ф. Бабієнко, П.А. Лайко, П.М. Музика, О.Д. Витвицька, Є.А. Бузовський, В.А. Скрипниченко, М.М. Лучник// Економіка АПК. 2009. №5. С.76-87

3. Витвицька О. Д. Формування стратегії інноваційного розвитку аграрних підприємств. Економіка АПК. 2011. С.132-138

4. Кваша С. М. Механізм підтримки сільськогосподарського виробництва та шляхи його удосконалення : моногр. / С.М. Кваша, О.Д.Витвицька, К.В.Наконечна. К.: ННЦ ІАЕ, 2009. 200 с.

5. Лайко П. А. Фактори підвищення рівня продовольчої безпеки / П. А. Лайко, М. Ф. Бабієнко, Т. Д. Іщенко // Економіка АПК. – 2006. – № 8. – С. 20–28.

ДЕТЕРМІНАНТИ ОПОРУ ЗМІНАМ ПЕРСОНАЛУ ПІДПРИЄМСТВ

Коптєва Г.М., Кулик А.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасних реаліях підприємства опиняються під постійним тиском змін, що відбуваються у зовнішньому та внутрішньому середовищі, що змушує бізнес швидко адаптуватися. Це стосується як структури організації, так і способів комунікації, управлінських моделей, організації праці та відносин у колективі. Зміни стають не тимчасовою реакцією, а постійною умовою успішного функціонування компанії в умовах конкурентного середовища.

Однак, незважаючи на свою об'єктивну необхідність, будь-які зміни викликають природний супротив. Причини опору можуть бути різноманітними. Насамперед, це психологічний бар'єр: працівники часто відчувають страх перед невідомим, втрату контролю над звичними процесами, побоювання втратити роботу або соціальні гарантії, відчуття невпевненості у своїх професійних здібностях, особливо якщо нововведення потребують освоєння нових навичок. Крім психологічних, існують економічні чинники опору. Персонал може негативно сприймати зміни, пов'язані зі зменшенням заробітної плати, скасуванням бонусів чи ризиком скорочення тощо. Економічна нестабільність, яка супроводжує трансформації, підсилює напругу в колективі, особливо якщо зміни не супроводжуються відкритою та чесною комунікацією з боку керівництва. Соціальний аспект: негативне ставлення до змін може поширюватися через неформальні канали, особливо якщо впливові працівники демонструють опір. Також значення мають індивідуальні особливості співробітників. Варто зазначити, що опір не завжди є негативним явищем. У помірному вигляді він може слугувати індикатором слабких місць запланованих змін, допомагати уникнути помилок, підштовхувати до кращого обґрунтування управлінських рішень. Але якщо опір стає масштабним і некерованим, це створює реальні загрози для реалізації стратегічних цілей підприємства. Саме тому вміння ідентифікувати джерела опору, аналізувати їх природу та вживати своєчасних управлінських заходів - є важливим завданням для менеджменту. Практика доводить, що відкрита комунікація, підтримка працівників, залучення до прийняття рішень та забезпечення соціальної стабільності значно знижують рівень напруги та сприяють успішному впровадженню змін. Таким чином, опір змінам є складним багатофакторним явищем, яке потребує глибокого розуміння з боку управлінців. Його грамотне подолання перетворює ризики на можливості й відкриває шлях до сталого розвитку підприємства.

Література:

1. Коптєва Г.М., Кулик А.В. Управління стратегічними змінами: систематичний огляд літератури. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: економічні науки.* Харків: НТУ «ХПІ». 2024. № 5. С. 54-59.
2. Коптєва Г.М., Кулик А.В. Сучасні критерії ідентифікації стейкхолдерів та принципи взаємодії з ними для підприємств нафтогазового сектору. *Економічний простір*. 2025. №197. с. 179-186..

ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ ПІД ЧАС СТВОРЕННЯ ІНВЕСТИЦІЙНИХ ПОРТФЕЛІВ У СЕРЕДОВИЩІ ВИСОКОЇ РИНКОВОЇ ВОЛАТИЛЬНОСТІ

Корешников Ф.Ю.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» м. Харків

Управління ризиками інвестиційних портфелів в умовах кризових явищ фінансових ринків набуває дедалі більшої теоретичної та практичної значущості. Відомо, що у періоди високої волатильності класичні припущення ефективних ринків зазнають суттєвих деформацій: порушується стабільність кореляційних зв'язків між активами, спостерігається асиметрія розподілу доходностей, виникають ефекти товстих хвостів. У зв'язку з цим постає нагальна необхідність адаптації традиційних моделей управління ризиком до нових умов ринкового середовища.

Одним із фундаментальних методів оцінки ризику, який залишається базовим у фінансовій практиці, є модель Value at Risk (VaR). Однак численні емпіричні дослідження показали, що в умовах криз даний інструмент виявляє свою обмеженість через недооцінку імовірності екстремальних збитків. Саме тому актуальності набувають підходи на основі Conditional Value at Risk (CVaR) та Expected Shortfall, що дозволяють здійснювати глибшу оцінку ризику з урахуванням характеристик хвостових подій.

У рамках сучасного підходу до управління ризиком важливо також застосовувати стрес-тестування та сценарний аналіз, які передбачають моделювання несприятливих макроекономічних або ринкових сценаріїв з метою ідентифікації потенційних слабких місць у портфелях інвесторів.

Таким чином, управління ризиком у кризові періоди потребує комплексного підходу, що поєднує класичні фінансові теорії, сучасні економетричні моделі та інноваційні технологічні рішення. Подальші дослідження у цій сфері мають бути спрямовані на вдосконалення моделей адаптивного прогнозування ризику та розробку інтегрованих систем управління портфелями на основі великих даних та штучного інтелекту.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ ЗМІСТ ІННОВАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

Косенко А.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У XXI столітті інноваційні технології стали ключовим фактором прогресу в усіх галузях людської діяльності. Важливою складовою цих технологій є їхній інтелектуальний зміст – тобто наявність елементів штучного інтелекту, машинного навчання, автоматизованої обробки даних та адаптивних алгоритмів. Саме ці елементи надають технологіям здатність до аналізу, прийняття рішень та самонавчання.

Інтелектуальний зміст інноваційної технології охоплює сукупність знань, моделей, аналітичних механізмів та логічних структур, що дозволяють системам функціонувати автономно, оптимізувати процеси, адаптуватися до змін середовища та взаємодіяти з користувачем. Основу такого змісту формують: бази знань та онтології; алгоритми штучного інтелекту; інформаційно-аналітичні модулі; засоби самонавчання та прогнозування.

Розглянемо деякі приклади впровадження інтелектуального змісту в сучасні технології: інтелектуальні транспортні системи – аналізують трафік, оптимізують маршрути, передбачають аварії; системи підтримки прийняття рішень у медицині – аналізують симптоми, історії хвороб, результати досліджень; індустрія 4.0 – автоматизоване виробництво, яке самостійно реагує на зміни попиту та постачання.

Серед основних переваг інтелектуального змісту варто відзначити: зростання ефективності рішень; скорочення людського фактору; здатність до гнучкого адаптування. Проте існують і виклики: проблеми етичного характеру; загрози кібербезпеці; необхідність високої кваліфікації персоналу.

Інтелектуальний зміст є серцевиною сучасних інноваційних технологій. Його розвиток визначає майбутнє цифрової трансформації, формуючи нову еру у взаємодії людини і технологій. Адаптація до цих змін вимагає від суспільства нових підходів у сфері освіти, права та етики.

Література:

1. Перерва, П.Г. Інноваційні технології реструктуризації промислового підприємства. Маркетинг інновацій і інновації у маркетингу: збірник тез доповідей VIII Міжнар. науково-практ. конф., 25-26 вересня 2014 р. Суми: ТОВ "ДД "Папірус", 2014. С. 119-121.

2. Лайко П.А. Інформаційне забезпечення формування і функціонування ринку науково-технічної продукції як невід'ємна складова інноваційної діяльності // *Економіка АПК*. 2008. №7. С. 96-105.

3. Бузовський Є.А., Вітвицька О.Д., Скрипниченко В.А. Інновації в оцінюванні енергетичної ефективності та енергоємності сільськогосподарського виробництва // *Агроінком*. 2008. № 7 (10). С. 50–56.

4. Витвицька О.Д. Механізм реалізації мотивацій інноваційного підприємства : монограіфія. К.: Аграр Медіа Груп, 2011. 320 с.

5. Кулаєць М.М. Інноваційне забезпечення продовольчої безпеки в Україні і світі // *Агроінком*. 2011. № 1-3. С. 28

МАРКЕТИНГОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МАЛИХ ПІДПРИЄМСТВ

Косенко Є.А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасних умовах жорсткої конкуренції та змінного ринкового середовища маркетингове забезпечення є ключовим елементом ефективного функціонування малих підприємств. На відміну від великих корпорацій, малі підприємства обмежені в ресурсах, тому потребують чітко продуманої та гнучкої маркетингової стратегії. Мета цієї доповіді – дослідити сутність маркетингового забезпечення малого бізнесу та визначити основні інструменти й умови його ефективного застосування. Маркетингове забезпечення – це система заходів, спрямованих на вивчення ринку, просування товару/послуги, формування попиту, позиціонування бренду та підвищення конкурентоспроможності підприємства. Для малих підприємств воно має бути: економічно обґрунтованим, швидким у впровадженні, орієнтованим на результат. Особливості малого підприємництва: обмежені фінансові та людські ресурси, гнучкість у прийнятті рішень, низький рівень формалізації бізнес-процесів, орієнтація на вузький ринок або локальну аудиторію

Основні елементи маркетингового забезпечення: аналіз ринку і споживача (збір даних про поведінку клієнтів, аналіз конкурентного середовища, визначення цільової аудиторії); маркетингова стратегія (вибір позиціонування, сегментування ринку, створення унікальної торгової пропозиції); інструменти просування (соціальні мережі, контент-маркетинг, реклама онлайн (Google ADS, Facebook ADS), партнерські програми та колаборації); CRM-системи та аналітика (збір і аналіз даних про клієнтів, підтримка лояльності та повторних продажів). Переваги ефективного маркетингу для малого бізнесу: підвищення впізнаваності бренду; зростання продажів при невеликих витратах; залучення нових клієнтів через рекомендації; покращення зворотного зв'язку з аудиторією. Маркетингове забезпечення є стратегічним інструментом розвитку малих підприємств. Правильне використання простих, але ефективних рішень – запорука виживання і зростання малого бізнесу навіть у складних економічних умовах.

Література:

1. Лайко П. А. Фактори підвищення рівня продовольчої безпеки / П. А. Лайко, М. Ф. Бабієнко, Т. Д. Іщенко // Економіка АПК. – 2006. – № 8. – С. 20–28

2. Кулаєць М.М. Удосконалення інноваційної підприємницької діяльності/ М.М. Кулаєць, М.Ф. Бабієнко, П.А. Лайко, П.М. Музика, О.Д. Витвицька, Є.А. Бузовський, В.А. Скрипниченко, М.М. Лучник// Економіка АПК. 2009. №5. С.76-87

3. Витвицька О. Д. Формування стратегії інноваційного розвитку аграрних підприємств. Економіка АПК. 2011. С.132-138

4. Кваша С. М. Механізм підтримки сільськогосподарського виробництва та шляхи його удосконалення : моногр. / С.М. Кваша, О.Д.Витвицька, К.В.Наконечна. К.: ННЦ ІАЕ, 2009. 200 с.

5. Перерва, П.Г. Інноваційні технології реструктуризації промислового підприємства. Маркетинг інновацій і інновації у маркетингу: збірник тез доповідей VIII Міжнар. науково-практ. конф., 25-26 вересня 2014 р. Суми: ТОВ "ДД "Папірус", 2014. С. 119-121.

МАРКЕТИНГОВІ ПЕРСПЕКТИВИ СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖ

Косенко О.П.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Соціальні мережі – це не лише інструмент комунікації, а й потужна маркетингова платформа, що змінює підходи до просування товарів і послуг. У сучасному інформаційному суспільстві маркетингові стратегії все більше орієнтовані на соціальні платформи, де формується громадська думка, стиль життя та споживацькі тенденції.

Соціальні мережі виконують низку маркетингових функцій: просування бренду через візуальний і відеоконтент; цільова реклама з використанням алгоритмів аналізу поведінки користувачів; побудова лояльності до бренду через інтерактивну взаємодію; інфлюенсер-маркетинг – співпраця з лідерами думок для підвищення довіри; аналіз зворотного зв'язку та поведінки аудиторії.

У найближчі роки виділяються такі ключові перспективи: штучний інтелект і аналітика – автоматизація кампаній, прогнозування поведінки; короткі відео (shorts, reels) – максимальна увага аудиторії за мінімальний час; електронна комерція всередині соцмереж – продаж безпосередньо через Instagram, TikTok, Facebook; AR і VR-технології – створення імерсивного досвіду користувача; Персоналізація контенту – маркетинг, який "говорить" мовою користувача.

Переваги соціальних мереж у маркетингу: широке охоплення аудиторії; низькі витрати на запуск кампаній; гнучкість форматів і швидке коригування стратегії.

Основні виклики: перевантаження інформацією; зміна алгоритмів відображення контенту; етичні питання використання особистих даних.

Соціальні мережі продовжують трансформувати маркетингове середовище. Їхній вплив зростає паралельно зі зміною цифрових звичок споживачів. Успішні компанії ті, які вміють адаптуватися до нових платформ, взаємодіяти з аудиторією та створювати цінність у кожному дописі.

Література:

1. Перерва, П.Г. Інноваційні технології реструктуризації промислового підприємства. Маркетинг інновацій і інновації у маркетингу: збірник тез доповідей VIII Міжнар. науково-практ. конф., 25-26 вересня 2014 р. Суми: ТОВ "ДД "Папірус", 2014. С. 119-121.

2. Витвицька О.Д. Особливості формування механізму регулювання інвестування інновацій в сучасних умовах // Науковий вісник НУБіПУ. Сер.: Економіка, аграрний менеджмент, бізнес. 2013. Вип. 181(4). С. 85-90.

3. Shpak N., Vytvytska O., Martynyuk O., Kylaec M., Sroka W., (2022). Formation of management and technological maturity levels of enterprises for their dynamic development. Engineering Management in Production and Services, 14(3), 1-12.

4. Бажал Ю.М. Інноваційне підприємництво: креативність, комерціалізація, екосистема : навч. посібник. Київ: Пульсари, 2015. 278 с.

5. Бузовський Є.А., Витвицька О.Д., Скрипниченко В.А. Нетрадиційні джерела енергії - вимоги часу. Науковий вісник НУБіПУ, 2008. Вип. 119. С. 289-294.

НАВАЧАЛЬНИЙ ЗМІСТ РОЗВАЖАЛЬНИХ ПОСЛУГ

Косенко Р.А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасному світі розваги вже давно перестали бути лише засобом відпочинку – дедалі частіше вони поєднуються з освітніми функціями. Формується новий підхід до дозвілля, в якому розважальні послуги виступають інструментом формування знань, розвитку навичок і сприяння особистісному зростанню. Такі формати об'єднуються терміном edutainment (від education + entertainment). Навчальний зміст – це елементи інформації, знань або досвіду, які інтегруються в розважальні продукти з метою розвитку пізнавального інтересу. Йдеться про інтерактивні виставки; освітні телепередачі та шоу; ігри з елементами навчання; квести та віртуальні тури; розвиваючі мобільні додатки. Все це має велике значення для підлітків.

Навчальний контент може бути представлений у таких розважальних послугах: дитячі анімаційні серіали з моральними або природничими темами; музеї нового типу (edutainment spaces) – де відвідувач є активним учасником процесу; гейміфікація в туризмі – освітні маршрути, інтерактивні путівники; навчальні VR-атракціони – наприклад, реконструкції історичних подій.

Навчальний зміст у розвагах: сприяє неформальному навчанню; підвищує загальний рівень культури та обізнаності; робить навчання доступнішим і привабливішим; стимулює розвиток критичного мислення в дітей і дорослих.

Серед викликів ризик надмірної комерціалізації; необхідність балансу між розвагою та змістом; брак стандартизації якості навчального контенту.

Але перспективи великі: розвиток мультимедійної педагогіки; поява нових професій на стику освіти та креативу; зміцнення ролі культурних інституцій.

Розважальні послуги з навчальним змістом – це ефективний інструмент неформальної освіти та культурного розвитку для сучасного стану в Україні. Такий підхід дозволяє залучати широку аудиторію до знань у доступній, цікавій формі, особливо дітей і молодь.

Література:

1. Перерва, П.Г. Інноваційні технології реструктуризації промислового підприємства. Маркетинг інновацій і інновації у маркетингу: збірник тез доповідей VIII Міжнар. науково-практ. конф., 25-26 вересня 2014 р. Суми: ТОВ "ДД "Папірус", 2014. С. 119-121.

2. Кулаєць М.М. Інноваційне забезпечення продовольчої безпеки в Україні і світі // *Агроінком*. 2011. № 1-3. С. 28.

3. Лайко П.А. Інформаційне забезпечення формування і функціонування ринку науково-технічної продукції як невід'ємна складова інноваційної діяльності // *Економіка АПК*. 2008. №7. С. 96-105.

4. Бузовський Є.А., Вітвицька О.Д., Скрипниченко В.А. Інновації в оцінюванні енергетичної ефективності та енергоємності сільськогосподарського виробництва // *Агроінком*. 2008. № 7 (10). С. 50–56.

5. Витвицька О.Д. Механізм реалізації мотивацій інноваційного підприємства : монограіфія. К.: Аграр Медіа Груп, 2011. 320 с.

ОСОБЛИВОСТІ МАРКЕТИНГУ ТУРИСТИЧНИХ ПОСЛУГ

Косенко С.А., Ткачова Н.П.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасних умовах глобалізації та розвитку інформаційних технологій туристична галузь зазнає значних змін. Туризм став однією з найдинамічніших сфер економіки, що обумовлює необхідність ефективного маркетингу туристичних послуг. Маркетинг у сфері туризму має свою специфіку, яка обумовлена особливостями самого туристичного продукту, поведінкою споживачів та конкуренцією на ринку.

Туристична послуга – це комплекс дій, спрямованих на задоволення потреб споживача у відпочинку, подорожах, екскурсіях, лікуванні та інших формах тимчасового переміщення за межі постійного місця проживання. Особливість туристичних послуг полягає в їх нематеріальності, невіддільності від постачальника, мінливості якості та неможливості зберігання.

Основні характеристики маркетингу туристичних послуг: інформаційна орієнтованість - клієнт приймає рішення на основі інформації, отриманої з рекламних джерел, відгуків та рекомендацій; сезонність попиту: активність споживачів має сезонний характер, що вимагає гнучкого планування; висока конкуренція: туристичні компанії повинні постійно оновлювати пропозиції та шукати унікальні переваги; емоційна складова: важливу роль відіграє створення позитивного іміджу та емоційної привабливості продукту.

У сфері маркетингу туристичних послуг активно використовуються цифрові технології, зокрема, Big Data для аналізу споживчих уподобань; Інтернет-маркетинг і SEO-оптимізація; мобільні додатки та платформи бронювання; VR-технології для попереднього перегляду туру; екологічний маркетинг та сталий туризм.

Маркетинг туристичних послуг має ряд особливостей, що вимагають глибокого розуміння специфіки ринку та поведінки споживачів. Успіх компанії на туристичному ринку залежить від здатності адаптуватися до змін, використовувати сучасні технології та будувати довгострокові відносини з клієнтами.

Література:

1. Кулаєць М.М. Удосконалення інноваційної підприємницької діяльності/ М.М. Кулаєць, М.Ф. Бабієнко, П.А. Лайко, П.М. Музика, О.Д. Витвицька, Є.А. Бузовський, В.А. Скрипниченко, М.М. Лучник// Економіка АПК. 2009. №5. С.76-87

2. Витвицька О. Д. Формування стратегії інноваційного розвитку аграрних підприємств. Економіка АПК. 2011. С.132-138

3. Кваша С.М., Витвицька О.Д., Наконечна К.В. Механізм підтримки сільськогосподарського виробництва та шляхи його удосконалення : моногр. К.: ННЦ ІАЕ, 2009. 200 с.

4. Лайко П. А. Фактори підвищення рівня продовольчої безпеки / П. А. Лайко, М. Ф. Бабієнко, Т. Д. Іщенко // Економіка АПК. 2006. № 8. С. 20–28.

5. Витвицька О.Д. Роль комерціалізації інноваційної продукції у забезпеченні розвитку економіки. Агроінком. 2010. №10-12. С. 12-18.

ВИРІШЕННЯ ЕТИЧНИХ ДИЛЕМ З ВИКОРИСТАННЯМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ПРИЙНЯТТЯ СТРАТЕГІЧНИХ РІШЕНЬ

Косогов Т.Л., Тягунова З.О.,
Полтавський університет економіки і торгівлі, м. Полтава

У сучасному світі спостерігається зростаюча тенденція до інтеграції штучного інтелекту (ШІ) у процеси стратегічного прийняття рішень у різноманітних галузях та сферах. Це обумовлено значним потенціалом ШІ у підвищенні ефективності, оптимізації операцій та стимулюванні зростання. Швидке впровадження ШІ у стратегічні ролі вимагає ретельного вивчення його етичних наслідків. Оскільки ШІ стає не просто інструментом автоматизації, а й впливає на прийняття рішень на високому рівні, що мають значні наслідки, критичний аналіз етичних аспектів є необхідним для забезпечення відповідального впровадження [1].

Інтеграція етичних міркувань у системи ШІ для стратегічного прийняття рішень вимагає застосування різноманітних методологій, спрямованих на забезпечення справедливості, прозорості та підзвітності.

Проактивне виявлення та усунення упереджень у даних є важливим для запобігання дискримінаційним результатам. Для забезпечення більш справедливих систем штучного інтелекту можна використовувати метрики справедливості та обмеження у моделях ШІ. Використання штучного інтелекту може мати значні суспільні наслідки для зайнятості. Це вимагає стратегій переходу робочої сили та етичних міркувань щодо автоматизації [2].

Роль регулювання та етичних настанов у формуванні майбутнього ШІ у стратегічному прийнятті рішень зростатиме. Необхідні адаптивні та всебічні фреймворки, які б не відставали від технологічного прогресу. Чіткі та адаптивні правила необхідні для забезпечення відповідальної розробки та розгортання ШІ. Майбутні дослідження повинні бути спрямовані на вивчення нових методологій інтеграції складних етичних принципів у ШІ, дослідження довгострокових суспільних наслідків та розробку найкращих практик відповідального впровадження.

Література:

1. Lawrence E. The Ethical Implications of Artificial Intelligence in Strategic Decision-Making. 2024. URL: https://www.researchgate.net/publication/386215832_The_Ethical_Implications_of_Artificial_Intelligence_in_Strategic_Decision-Making

2. Pazzanese C. Ethical concerns mount as AI takes bigger decision-making role in more industries. *The Harvard Gazette*. 2020. URL: https://news.harvard.edu/gazette/story/2020/10/ethical-concerns-mount-as-ai-takes-bigger-decision-making-role/

ІНСТИТУЦІЙНІ АСПЕКТИ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ БУДІВЕЛЬНИХ ММСП

Кочегаров С.С.
Навчально-науковий інститут «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», м.Дніпро

У контексті повоєнного відновлення України актуалізується участь будівельних мікро-, малих і середніх підприємств (ММСП), які здатні реалізовувати інфраструктурні проєкти на локальному рівні. Водночас їх інтеграція у процеси відбудови залишається вибірковою, що створює ризики для стабільності та економічної безпеки галузі.

Метою дослідження є виявлення особливостей впливу інституційного середовища – національного та муніципального рівнів – на здатність будівельних ММСП брати участь у відновленні та підтримувати економічну активність в умовах системних викликів.

Результати аналізу засвідчують обмежену ефективність існуючих механізмів підтримки. Лише 12–17 % підприємств скористалися державними або донорськими програмами, серед основних бар'єрів – складність процедур і низька адміністративна спроможність громад [1].

За результатами дослідження PwC, будівельні компанії частіше за інші повідомляють про труднощі з участю у публічних закупівлях, регуляторну невизначеність і відсутність залучення до планування [2]. Низька активність горизонтальних структур – лише третина ММСП є учасниками бізнес-об'єднань – обмежує можливості колективного представництва [1].

За даними Держстату, у 2022 році кількість активних підприємств у будівництві знизилася майже на третину [3], що вказує на вразливість до зовнішніх шоків і обмеженість адаптаційного потенціалу.

Економічна безпека ММСП у будівельному секторі залежить від інституційних умов: прозорості процедур, стабільності регуляторного поля, спроможності до взаємодії та розвитку горизонтальних мереж. Посилення цих чинників є передумовою повноцінного включення ММСП у реалізацію завдань повоєнного відновлення.

Література :

1. Business Survey: Needs and Priorities of Ukrainian MSMEs in 2023–2024. UNDP. Київ, 2024. 56 с. URL: https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2024-04/undp-ua-smb-2024.pdf (дата звернення: 03.04.2025).

2. UA BMO & BDS Analytical Report. PwC Ukraine. Київ, 2023. 67 с. URL: https://pwc.com.ua (дата звернення: 03.04.2025).

3. Державна служба статистики України. Діяльність суб'єктів господарювання у сфері будівництва у 2021–2022 роках. Київ : Держстат, 2023. 54 с. URL: https://ukrstat.gov.ua (дата звернення: 03.04.2025).

ДОСЛІДЖЕННЯ ФАКТОРІВ ВПЛИВУ НА СТАН ЛІКВІДНОСТІ БАНКІВ В УКРАЇНІ

Кочетова Т.І.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасних умовах глобальної нестабільності та трансформації фінансових ринків особливого значення набуває питання ліквідності банківських установ.

Ліквідність є одним із ключових показників ефективного функціонування банку, який свідчить про його здатність оперативно та безперервно виконувати фінансові зобов'язання перед клієнтами та партнерами.

Ліквідність комерційних банків є ключовою умовою для ефективного виконання функцій банківської системи. Вона забезпечує надійність, фінансову стабільність та конкурентоспроможність банків.

Ліквідність банку можна визначити як здатність установи покривати свої зобов'язання у будь-який момент часу, не зазнаючи значних збитків. Це показник не лише поточної платоспроможності, але й загальної фінансової стійкості банку.

Фактори ліквідності банків можна розділити на внутрішні та зовнішні залежно від середовища їх формування.

До внутрішніх факторів можливо віднести: структуру активів і пасивів, якість активів рівень капіталізації, політику управління ризиками.

Ліквідність банку суттєво залежить від умов зовнішнього середовища. А саме не неї впливають: макроекономічна ситуація, монетарна політика, регуляторне середовище, рівень довіру до банку.

На відміну від внутрішніх факторів, зовнішні фактори не піддаються контролю банку. Через це аналізу та прогнозуванню впливу зовнішніх чинників приділяється особлива увага. Варто зазначити, що одним із найважливіших зовнішніх чинників впливу на ліквідність банків є політика Національного банку України, яка реалізується через систему державного нагляду та регулювання банківської діяльності.

Ліквідність – це не лише технічний фінансовий показник, а стратегічний компонент функціонування банку. Її підтримка потребує постійного моніторингу, управління ризиками та адаптації до змін зовнішнього середовища. Таким чином, фактори, що впливають на ліквідність банку, можуть слугувати корисною інформацією для прийняття управлінських рішень. Недостатній рівень ліквідності робить банки не тільки неспроможними погасити борги, але й залучити кошти для стабільної та ефективної роботи.

Результати дослідження свідчать, що найбільший вплив на ліквідність мають структура активів і пасивів, якість кредитного портфеля, регуляторна політика та загальний стан економіки. Для забезпечення стабільності банківської системи важливо використовувати комплексний підхід до управління ліквідністю з урахуванням усіх факторів впливу.

АКТУАЛІЗАЦІЯ ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФОРМУВАННЯ ІНВЕСТИЦІЙНОЇ КОРПОРАТИВНОЇ СТРАТЕГІЇ В УМОВАХ ЗМІН СВІТОВИХ ФІНАНСОВИХ РИНКІВ

Кравченко А. О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» м. Харків

Формування ефективної інвестиційної корпоративної стратегії в умовах глобальної трансформації фінансових ринків набуває особливої актуальності. Динаміка світових економічних процесів, технологічні інновації, розвиток цифрових фінансів та зростання значущості ESG-факторів кардинально змінюють умови функціонування корпоративного сектора. У цих умовах класичні теоретико-методичні підходи до планування інвестиційної діяльності потребують суттєвого оновлення.

Сучасні фінансові ринки характеризуються високою волатильністю, нестабільністю глобальних капітальних потоків і зміною моделей поведінки інвесторів. Це зумовлює необхідність інтеграції нових підходів до оцінки ризиків, адаптивного управління портфелями та врахування довгострокових факторів сталого розвитку. Теоретико-методичне забезпечення формування інвестиційної стратегії має враховувати багатофакторний аналіз макроекономічних, технологічних та соціальних змін, що впливають на корпоративну вартість.

Актуалізація методичних підходів передбачає впровадження моделей прогнозування на основі машинного навчання, використання сценарного аналізу змін ринкового середовища, а також застосування мультифакторних моделей оцінки капіталу. Окрему увагу слід приділити аналізу впливу геополітичних ризиків та змін монетарної політики на структуру глобальних фінансових ринків.

Таким чином, успішне формування інвестиційної корпоративної стратегії в сучасних умовах базується на оновленому теоретико-методичному підході, що передбачає гнучкість, адаптивність та стратегічну орієнтацію на довгострокову фінансову стійкість компаній.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСІВ УПРАВЛІННЯ ПЕРСОНАЛОМ НА ЗАСАДАХ ДІДЖИТАЛІЗАЦІЇ

Крамською О.Ю., Кучинський В.А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Ефективність процесів управління персоналом на засадах діджиталізації є ключовим чинником зростання конкурентоспроможності, прибутковості та загальної економічної ефективності підприємств. У сучасних умовах цифрової трансформації діджиталізація виступає не лише як інструмент автоматизації окремих функцій, а як комплексний механізм оптимізації всіх бізнес-процесів, включно з управлінням людськими ресурсами [1]. Цифрові HRM-системи забезпечують централізацію кадрової інформації, автоматизацію рутинних завдань і оперативну аналітику, що дозволяє зменшити витрати часу та ресурсів на виконання адміністративних функцій. Така оптимізація бізнес-процесів сприяє підвищенню продуктивності праці, зменшенню транзакційних витрат і, як наслідок, збільшенню прибутковості підприємства [2-3]. Впровадження сучасних технологій, зокрема штучного інтелекту та машинного навчання, у процеси підбору персоналу, адаптації, навчання та управління кар'єрою дозволяє прогнозувати результати діяльності працівників, своєчасно виявляти потенційні ризики та приймати превентивні управлінські рішення. Це забезпечує не лише стратегічну стійкість кадрової політики, а й сприяє формуванню ефективного людського капіталу, який відповідає вимогам динамічного ринку [2-3]. Завдяки діджиталізації можливим стає формування гнучких організаційних структур і моделей зайнятості, включаючи дистанційну роботу, проєктні форми співпраці та використання фриланс-ресурсів. Це не лише знижує постійні витрати, а й дозволяє швидко масштабувати бізнес-процеси залежно від потреб ринку, що є критичним для забезпечення стабільної прибутковості [4]. Крім того, електронні платформи для самостійного управління працівниками власною кар'єрою, системи електронного навчання та зворотного зв'язку сприяють підвищенню залученості персоналу та формуванню високопродуктивного середовища [4]. Діджиталізація управління персоналом у контексті оптимізації всіх бізнес-процесів є потужним драйвером продуктивності праці, прибутковості та загальної конкурентоспроможності підприємств, забезпечуючи їх адаптивність і стійкість у сучасному економічному середовищі [1-4].

Література:

1. Командровська, В., Кривицька, Н., Назаренко, О. (). Управління діджиталізацією HR-процесів в бізнесі. Економіка та суспільство. 2024. №69. DOI: https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-69-102

2. Мехович С. А., Кучинський В. А., Кузьминський А. М. Теоретико-практичні підходи до побудови системи управління трансформацією бізнесу під впливом процесів діджиталізації. Енергозбереження. Енергетика. Енергоаудит. 2024. № 10 (201). С. 78-98.

3. Кучинський В. А., Погорєлов С. М. Використання економіко-математичних моделей для прийняття ефективних рішень в сфері управління персоналом. Вісник Національного технічного університету "ХПІ" (економічні науки) : зб. наук. пр. Харків : НТУ "ХПІ", 2023. № 2. С. 109-116.

4. Кучинський В. А., Гуцан О. М. Формування ефективної системи мотивації персоналу на основі моделей компетенцій. Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут" (економічні науки) : зб. наук. пр. Харків : НТУ "ХПІ", 2021. № 4. С. 45-51.

УПРАВЛІННЯ ЗМІНАМИ В РАМКАХ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЄКТІВ

Круглик М.С., Фощій П.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В роботі розглянуто особливості управління змінами в рамках реалізації проєктів. Сучасні проєкти реалізуються в умовах постійної динаміки зовнішнього і внутрішнього середовища, що обумовлює необхідність гнучкого реагування на зміни. Управління змінами стало невід'ємною складовою проєктного менеджменту, оскільки здатність своєчасно адаптувати проєкт до нових умов визначає його успішність [1].

Зміни можуть стосуватися цілей, обсягів робіт, ресурсного забезпечення, термінів, технологій або вимог замовника. Відсутність системного підходу до їх управління призводить до дестабілізації проєкту, зростання ризиків, перевищення бюджету та порушення строків виконання. Ефективне управління змінами передбачає не лише фіксацію ініціатив, але й аналіз їх впливу на всі аспекти проєкту, ухвалення обґрунтованих рішень та контроль впровадження.

Ключовими елементами процесу є створення чіткої процедури подання і розгляду змін, оцінка їх доцільності, прогнозування наслідків, а також комунікація з усіма зацікавленими сторонами. Важливу роль відіграє готовність команди до змін, що залежить від організаційної культури та лідерських якостей керівника проєкту.

Управління змінами тісно пов'язане з управлінням ризиками, оскільки кожна зміна є потенційним джерелом додаткових викликів. Використання сучасних цифрових інструментів дозволяє підвищити прозорість процесу, забезпечити оперативний облік змін та автоматизувати аналіз їх впливу на ключові параметри проєкту.

Гнучкі методології управління проєктами (Agile, Scrum) [2] передбачають інтеграцію змін у саму структуру процесу, проте навіть у класичних підходах ефективне управління змінами є критично важливим для досягнення поставлених цілей.

Таким чином, системне управління змінами забезпечує контрольовану адаптацію проєкту до нових умов, мінімізує негативні наслідки та сприяє підвищенню ефективності реалізації проєктів в умовах динамічного середовища.

Література:

1. Фощій М.Д., Фощій П.М. Управління змінами на промислових підприємствах. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я : тези доп. 29-ї міжнар. наук.-практ. конф. MicroCAD–2021, у 5 ч. Ч. 3 / ред. Є. І. Сокол. Харків : Планета-Прінт, 2021. С. 225. URL: https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/52704

2. Приз А. І., Фощій П.М. Сучасні методології управління проєктами: порівняння Agile, Lean та традиційного підходу. Теоретичні та практичні дослідження молодих вчених : зб. тез доп. 18-ї Міжнар. наук.-практ. конф. магістрантів та аспірантів, 19-22 листопада 2024 р. Харків : НТУ "ХПІ", 2024. С. 514-515. URL: https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/87030

ІДЕНТИФІКАЦІЯ РИЗИКІВ АГРАРНИХ ПІДПРИЄМСТВ ЯК СКЛАДОВА ЗАПОБІГАННЯ ФІНАНСОВОЇ КРИЗИ ТА БАНКРУТСТВА

Крутько С.В., Дорогань-Писаренко Л.О., Єгорова О.В.
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава

Сільське господарство є однією з найбільш ризикованих галузей, з огляду на поєднання загальних бізнес-ризиків зі специфічними, зокрема залежністю від клімату, біологічних процесів, сезонності та політичної нестабільності.

Малі та середні аграрні підприємства мають особливо високу вразливість до фінансової кризи й банкрутства через обмеженість фінансових ресурсів і неможливість повноцінного хеджування ризиків.

Аграрна сфера України наразі функціонує в умовах підвищеного ризику, спричиненому російською воєнною агресією, що обумовлює необхідність ідентифікації та систематизації загроз для ефективного фінансового управління.

Ризики аграрних підприємств мають різноманітну природу та можуть бути згруповані за джерелами походження на:

- галузеві (специфічні для сільського господарства);
- загальноекономічні (властиві всім сферам бізнесу);
- внутрішньогосподарські (контрольовані підприємством);
- зовнішні (неконтрольовані, пов'язані з макросередовищем).

Галузеві ризики мають найбільший вплив на ймовірність банкрутства аграрних підприємств, зокрема: кліматичні та природні; біологічні; технологічні; логістичні; правові.

Ризики доцільно класифікуватися також за ступенем впливу на фінансову стабільність:

– ті, що потенційно можуть спричинити банкрутство при комбінації з іншими;
– ті, що істотно підвищують ризик неплатоспроможності;
– ті, які з високою ймовірністю ведуть до кризи та банкрутства.

Для аналізу ймовірності фінансової кризи та банкрутства необхідно ідентифікувати конкретні ризики підприємства, оцінити їх інтенсивність, взаємозв'язки та комбінований вплив. Систематизація та кількісна оцінка ризиків створює основу для побудови ефективної антикризової стратегії та адаптації моделей оцінки банкрутства до умов аграрного виробництва.

Література:

1. Dorohan-Pysarenko L., Rębilas R., Yehorova O., Yasnolob I., Kononenko Z. Methodological peculiarities of probability estimation of bankruptcy of agrarian enterprises in Ukraine. *Agricultural and Resource Economics*. 2021. Vol. 7. No. 2. Pp. 20–39. DOI: https://doi.org/10.51599/are.2021.07.02.02.

2. Дорогань-Писаренко Л.О., Єгорова О.В., Яснолоб І.О. Особливості оцінки ймовірності банкрутства аграрних підприємств в Україні. *Інфраструктура ринку*. 2022. № 68. С. 223-231. DOI: https://doi.org/ 10.32843/infrastruct68-39.

ВПЛИВ ГЛОБАЛІЗАЦІЇ НА ІННОВАЦІЙНУ ДІЯЛЬНІСТЬ

Кузнецов Ю.А., Новік І.О., Перерва П.Г.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Глобалізація стала визначальним чинником сучасного світового розвитку. Вона охоплює економіку, культуру, технології, політику, змінюючи підходи до управління, виробництва та інноваційної діяльності. У цьому контексті інновації набувають глобального характеру, що відкриває нові можливості, але й породжує нові виклики.

Глобалізація – це процес інтеграції національних економік, ринків, технологій і культур у єдину світову систему. Інноваційна діяльність – це систематичне впровадження нових або суттєво вдосконалених продуктів, процесів, послуг.

Позитивний вплив глобалізації на інновації: швидкий обмін знаннями: транснаціональні компанії, відкриті дослідницькі платформи, міжнародні конференції стимулюють передачу інноваційного досвіду; доступ до новітніх технологій: країни, що розвиваються, можуть швидше впроваджувати технології через міжнародне співробітництво; глобальні інвестиції у R&D: іноземні інвестори сприяють зростанню науково-дослідної активності; кооперація та мережі: створення інноваційних кластерів та стартап-екосистем на глобальному рівні. Негативні аспекти впливу: нерівномірний розподіл вигод: високотехнологічні країни отримують більше переваг, ніж менш розвинені економіки; втрата інноваційного суверенітету: національні компанії можуть стати залежними від іноземних технологій; витік мізків": талановиті фахівці мігрують до країн з розвиненою інфраструктурою; копіювання і порушення патентного права: глобальна конкуренція може сприяти недоброчесним практикам.

Глобалізація має значний вплив на інноваційну діяльність, стимулюючи її розвиток, однак вимагає продуманої стратегії на національному та міжнародному рівнях. Стійкість інноваційних систем залежить від здатності країн адаптуватися до глобальних викликів та зберігати свою науково-технологічну ідентичність.

Література:

1. Перерва, П.Г. Інноваційні технології реструктуризації промислового підприємства. Маркетинг інновацій і інновації у маркетингу: збірник тез доповідей VIII Міжнар. науково-практ. конф., 25-26 вересня 2014 р. Суми: ТОВ "ДД "Папірус", 2014. С. 119-121.
2. Кулаєць М.М., Куцеконь Л.О. Стратегія інноваційного розвитку сільськогосподарських підприємств // Економіка АПК. 2009. №7. С. 75– 80.
3. Витвицька О.Д. Роль комерціалізації інноваційної продукції у забезпеченні розвитку економіки. Агроінком. 2010. №10-12. С. 12-18.
4. Лайко П.А. Удосконалення інноваційної діяльності в АПК – вимоги часу. Економіка АПК. 2007. №12. С.85-91.
5. Кулаєць М.М. Інноваційна діяльність в агропромисловому виробництві України // Економіка АПК. 2010. № 6. С. 113.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ТРАНСФОРМАЦІЇ БІЗНЕСУ

Кузьминський А.М., Перерва П.Г.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасному динамічному середовищі трансформація бізнесу є необхідною умовою його виживання та розвитку. Під трансформацією розуміють системні зміни у стратегії, структурі, процесах та культурі компанії з метою підвищення ефективності та відповідності викликам ринку. Особливої актуальності набуває вивчення цих процесів у контексті цифровізації, глобалізації та зміни споживчих очікувань учасників ринку.

Трансформація бізнесу охоплює: цифрову трансформацію: впровадження IT-рішень, автоматизація, Big Data, штучний інтелект; організаційні зміни: зміна управлінських структур, корпоративної культури; процесну трансформацію: оптимізація операцій, гнучкі методології (Agile, Lean); модельну трансформацію: переорієнтація бізнес-моделі відповідно до нових сучасних ринкових вимог.

Чинники, що стимулюють трансформацію: технологічний прогрес; конкурентний тиск; зміни в споживчій поведінці; глобальні кризи (економічні, епідеміологічні); нові регуляторні вимоги. Етапи трансформації бізнесу: оцінка поточного стану – аналіз сильних і слабких сторін; визначення візії та цілей трансформації; розробка стратегії змін; імплементація – поетапне впровадження змін; моніторинг та адаптація – оцінка результатів і гнучке реагування. Основні виклики: спротив змінам з боку персоналу; обмеженість ресурсів; недостатній рівень цифрових компетенцій; зизики помилкового планування. Успішні практики трансформації: Amazon – постійна адаптація до цифрового середовища; Netflix – зміна бізнес-моделі від DVD до стрімінгу; Procter & Gamble – впровадження інновацій у виробничі процеси.

Дослідження процесів трансформації бізнесу дозволяє сформувати ефективні механізми реагування на зміни. Успішна трансформація потребує стратегічного бачення, гнучкості та залучення персоналу. Саме ці чинники формують нову якість сучасного бізнесу.

Література:

1. Кулаєць М.М. Інноваційна діяльність в агропромисловому виробництві України // Економіка АПК. 2010. № 6. С. 113.

2. Перерва, П.Г. Інноваційні технології реструктуризації промислового підприємства. Маркетинг інновацій і інновації у маркетингу: збірник тез доповідей VIII Міжнар. науково-практ. конф., 25-26 вересня 2014 р. Суми: ТОВ "ДД "Папірус", 2014. С. 119-121.

3. Кулаєць М.М., Куцеконь Л.О. Стратегія інноваційного розвитку сільськогосподарських підприємств // Економіка АПК. 2009. №7. С. 75– 80.

4. Витвицька О.Д. Роль комерціалізації інноваційної продукції у забезпеченні розвитку економіки. Агроінком. 2010. №10-12. С. 12-18.

5. Лайко П.А. Удосконалення інноваційної діяльності в АПК – вимоги часу. Економіка АПК. 2007. №12. С.85-91.

ДІДЖИТАЛІЗАЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ

Кузьминський К.М., Мехович С.А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У XXI столітті світ вступив у фазу четвертої промислової революції, яка характеризується глибоким впровадженням цифрових технологій у всі сфери економіки. Одним із ключових напрямів цієї трансформації є діджиталізація виробничих процесів. Вона сприяє підвищенню ефективності, продуктивності та конкурентоспроможності підприємств. Діджиталізація – це процес впровадження цифрових технологій у виробництво з метою автоматизації та інтелектуалізації процесів. Йдеться не лише про впровадження IT-систем, а й про зміну логіки організації виробництва. Ключові елементи діджиталізації: інтернет речей (IoT) – забезпечує з'єднання обладнання, датчиків та систем управління в єдину мережу; великі дані (Big Data) – дозволяють аналізувати значні обсяги інформації для прийняття обґрунтованих рішень; хмарні технології – забезпечують гнучкий доступ до обчислювальних ресурсів і програмного забезпечення; штучний інтелект і машинне навчання – оптимізують процеси та дозволяють здійснювати предиктивну аналітику; 3D-друк – революціонізує процеси прототипування та виробництва малих партій продукції; цифрові двійники – віртуальні копії реальних об'єктів, які дають змогу моделювати виробничі процеси в режимі реального часу.

Переваги діджиталізації: підвищення продуктивності праці; зниження витрат на виробництво; підвищення якості продукції; гнучкість та адаптивність до змін ринку; скорочення термінів розробки нової продукції; підвищення рівня безпеки праці. Виклики впровадження: висока вартість технологій на початковому етапі; необхідність підвищення цифрової компетентності персоналу; інформаційна безпека та захист даних; потреба в оновленні нормативно-правової бази. Діджиталізація виробничих процесів є ключовим чинником модернізації сучасного підприємства. Вона відкриває нові можливості для ефективного управління ресурсами, підвищення гнучкості та стійкості до змін зовнішнього середовища. Водночас вона вимагає стратегічного підходу, інвестицій та підготовки кваліфікованих кадрів.

Література:

1. Кулаєць М.М. Удосконалення інноваційної підприємницької діяльності/ М.М. Кулаєць, М.Ф. Бабієнко, П.А. Лайко, П.М. Музика, О.Д. Витвицька, Є.А. Бузовський, В.А. Скрипниченко, М.М. Лучник// Економіка АПК. 2009. №5. С.76-87

2. Витвицька О. Д. Формування стратегії інноваційного розвитку аграрних підприємств. Економіка АПК. 2011. С.132-138

3. Кваша С. М. Механізм підтримки сільськогосподарського виробництва та шляхи його удосконалення : моногр. / С.М. Кваша, О.Д.Витвицька, К.В.Наконечна. К.: ННЦ ІАЕ, 2009. 200 с.

4. Лайко П. А. Фактори підвищення рівня продовольчої безпеки / П. А. Лайко, М. Ф. Бабієнко, Т. Д. Іщенко // Економіка АПК. – 2006. – № 8. – С. 20–28.

5. Витвицька О.Д. Концептуальні підходи до дослідження механізму інноваційно-інвестиційного розвитку зерновиробництва // Агроінком. 2013. №10-12. С.10-14.

ЕКОЛОГІЧНА ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ РЕСТОРАННОГО БІЗНЕСУ: АКЦЕНТ НА ОРГАНІЧНУ СИРОВИНУ

Куниця К.В., Литвиненко О.А.,
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сьогодні екологічна безпека є невід'ємною частиною стратегії роботи сучасних закладів ресторанного господарства. Вона охоплює весь виробничий процес – від виготовлення напівфабрикатів до безпосереднього обслуговування відвідувачів. У перевірені роками технологічні процеси поступово впроваджуються новітні види обладнання, екологічні матеріали та цифрові технології. Екологічні тренди поступово змінюють підхід до організації виробництва відповідно до вимог чинного законодавства та очікувань клієнтів.

В умовах посилення техногенного навантаження на довкілля усі суб'єкти господарювання, включно з підприємствами ресторанного бізнесу, зобов'язані активно впливати на зменшення використання природних ресурсів та оптимізувати їхнє споживання. Гнучке реагування на потреби споживачів проявляється в різних аспектах діяльності. Сучасні ресторани прагнуть поєднати вдале розташування в екологічно чистих місцях із привабливим архітектурним оформленням та оригінальними природними краєвидами, що стає додатковим чинником популярності. В інтер'єрах таких закладів все частіше використовуються екологічні меблі, виготовлені з природної сировини, яка швидко відновлюється. При цьому виробники дотримуються енергоощадних технологій. Серед матеріалів для виготовлення еко-меблів переважає масив дерева, шпон, натуральний текстиль із бавовни та вовни. Поширеним є і апсайклінг – вторинне творче використання предметів та матеріалів. Велике значення сьогодні набуває автоматизація роботи ресторанів та налагодження онлайн-комунікації з гостями, що дозволяє своєчасно враховувати суспільні тенденції. Заклади, які активно впроваджують екологічні програми, прагнуть перейти до безвідходного виробництва, скорочуючи використання пластику. Наприклад, для коктейлів застосовують соломинки з натуральної соломи, одноразовий посуд виготовляють із біорозкладного паперу. Особливим стимулом до вибору екологічної продукції є її безпечність. У закладах, розташованих поруч із фермерськими господарствами, категорично уникають шкідливих домішок і неякісних технологій, приділяючи велику увагу контролю виробничого процесу. Водночас основним бар'єром для ширшого споживання екологічних продуктів залишається їх висока вартість.

Оскільки ресторанна діяльність супроводжується значним споживанням води, електроенергії та інших ресурсів, підприємства все активніше впроваджують програми ресурсозбереження та екологічного менеджменту. Це допомагає знизити витрати, підвищити конкурентоспроможність та зробити внесок у покращення стану довкілля. Зростання екологічної відповідальності ресторанного бізнесу сприяє розвитку екологічної культури суспільства.

ПРАВОВІ АСПЕКТИ ДОГОВОРІВ У ІТ-РЕКРУТИНГУ

Куценко А.О.
Харківський соціально-економічний фаховий коледж, м. Харків

В ІТ-рекрутингу використовуються різні види договорів, кожен з яких має свої правові аспекти. Договори між ІТ-рекрутинговими агентствами та компаніями-роботодавцями регулюють процес пошуку та підбору ІТ-персоналу. Ключовими правовими аспектами таких договорів є визначення обсягу послуг, умови оплати, строки надання послуг, гарантії та положення про конфіденційність. З ІТ-спеціалістами компанії можуть укладати трудові договори, які регулюють основні умови праці. Резиденти «Дія Сіті» мають можливість укладати з ІТ-спеціалістами гіг-контракти, які передбачають більш гнучкі умови щодо робочого часу, оплати праці та прав на інтелектуальну власність. Широко використовуються також цивільно-правові договори з ФОП, які відрізняються від трудових договорів орієнтацією на результат, оплатою за актами виконаних робіт та відсутністю стандартних трудових гарантій. У випадку дистанційної роботи укладаються трудові договори про дистанційну роботу, в яких визначаються умови віддаленої роботи, порядок комунікації та відповідальність за забезпечення обладнанням та безпекою праці. Для захисту конфіденційної інформації, що може бути розкрита кандидатам під час процесу рекрутингу, використовуються угоди про нерозголошення (NDA). У деяких випадках, особливо при наймі на керівні посади або на проекти з високим рівнем конфіденційності, можуть застосовуватися угоди про неконкуренцію (NCA), які обмежують право кандидата працювати у конкурентів протягом певного періоду часу після припинення співпраці.

Закон України «Про стимулювання розвитку цифрової економіки в Україні» запровадив режим «Дія Сіті» зі спеціальними податковими умовами та можливістю укладення гіг-контрактів. Резиденти «Дія Сіті» отримують ряд переваг, включаючи спеціальний режим оподаткування (зокрема, 5% податок на доходи фізичних осіб для спеціалістів, можливість сплати 9% податку на виведений капітал) та можливість укладення гіг-контрактів. Для отримання та збереження статусу резидента «Дія Сіті» компанії повинні відповідати певним критеріям, таким як здійснення кваліфікованих видів діяльності у сфері ІТ, наявність не менше 9 працівників або гіг-спеціалістів та виплата їм середньомісячної винагороди у розмірі не менше ніж 1200 євро. Режим «Дія Сіті» є важливим фактором, що впливає на стратегії найму та умови працевлаштування в ІТ-секторі України.

Правове регулювання ІТ-рекрутингу в країнах з розвиненим ІТ-сектором має свої особливості, які залежать від правової системи (common law чи civil law), рівня розвитку ринку праці та державної політики у сфері технологій. У багатьох країнах спостерігається тенденція до створення спеціальних правових рамок для регулювання відносин з фрілансерами та працівниками, залученими до проектної роботи (так звана «гіг-економіка»), що є особливо актуальним для ІТ-сектору.

КЛЮЧОВІ НАПРЯМКИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ В УМОВАХ НОВІТНЬОЇ ЕКОНОМІКИ

Кучинський В.А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У контексті новітньої економіки, що характеризується високим рівнем глобалізації, цифровізації та інтенсивного розвитку знаннєвої складової, забезпечення конкурентоспроможності підприємств потребує трансформації традиційних підходів та впровадження інноваційних стратегій управління. Сучасні підходи до формування конкурентних переваг ґрунтуються на гнучкості, адаптивності, цифровій трансформації та ефективному використанні інтелектуального і людського капіталу [1]. Одним із ключових напрямів є інноваційна модель розвитку, яка передбачає постійне впровадження технологічних, організаційних та управлінських новацій. Інноваційна активність стає критичним чинником довгострокової конкурентоспроможності, забезпечуючи підприємствам здатність не лише реагувати на зміни ринку, а й формувати нові ринкові можливості. У цьому контексті особливої актуальності набуває розвиток досліджень і розробок (R&D), партнерство з науковими установами та інтеграція у глобальні інноваційні екосистеми [2]. Іншим важливим напрямом є цифровізація бізнес-процесів, що дозволяє оптимізувати операційну діяльність, знижувати транзакційні витрати, підвищувати продуктивність праці та якість обслуговування клієнтів. Використання цифрових платформ, штучного інтелекту, великих даних та Інтернету речей (IoT) сприяє формуванню нових форматів взаємодії з ринком і клієнтами, а також дозволяє швидко адаптувати бізнес-моделі відповідно до змін у зовнішньому середовищі [3]. Людський капітал розглядається як джерело унікальних конкурентних переваг, а тому підприємства інвестують у розвиток цифрових навичок, гнучких форм зайнятості та корпоративної культури, що підтримує інноваційність і проактивність [4]. Отже, сучасні підходи до забезпечення конкурентоспроможності підприємств в умовах новітньої економіки базуються на інноваційності, цифровій трансформації та розвитку людського капіталу, що дозволяє підприємствам ефективно функціонувати в умовах високої турбулентності ринку та забезпечувати стійке зростання [1-4].

Література:

1. Буряченко О.В., Ткачук Л.М., Коваль Н.О. Конкурентоспроможність як визначальний показник ефективності діяльності підприємства. Економіка та суспільство. 2021. № 32. DOI: https://doi.org/10.32782/2524-0072/2021-32-60

2. Кучинський В. А. Механізми реалізації концепції забезпечення конкурентоспроможності інноваційних кластерів в умовах діджиталізації. Енергозбереження. Енергетика. Енергоаудит. 2021. № 11-12 (165-166). С. 91-107.

3. Кучинський В. А., Мехович К. С. Концепція забезпечення конкурентоспроможності інноваційних кластерів в умовах діджиталізації з використанням технологій форсайта. Енергозбереження. Енергетика. Енергоаудит. 2020. № 11-12 (153-154). С. 84-101.

4. Кучинський В. А., Гуцан О. М. Формування ефективної системи мотивації персоналу на основі моделей компетенцій. Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут" (економічні науки) : зб. наук. пр. Харків : НТУ "ХПІ", 2021. № 4. С. 45-51.

ПОНЯТТЯ І СУТНІСТЬ ЗАРОБІТНОЇ ПЛАТИ

Кучіна С.Е.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» м. Харків

Заробітна плата є однією з найважливіших економічних категорій, що відображає взаємовідносини між працівником і роботодавцем. Вона становить основну частину доходу населення і є вирішальним фактором мотивації до праці, продуктивності, соціального захисту та економічного розвитку в цілому.

Поняття заробітної плати традиційно визначається як грошова винагорода, яку працівник отримує за виконану ним роботу відповідно до трудової угоди або контракту. Відповідно до статті 94 Кодексу законів про працю України, заробітна плата - це винагорода, розрахована, як правило, у грошовому вираженні, яку власник або уповноважений ним орган виплачує працівникові за виконану роботу [1]. Таким чином, вона є обов'язковим елементом трудових правовідносин, що виникають між сторонами.

Сутність заробітної плати проявляється в її багатофункціональному значенні. Передусім, вона виконує економічну функцію, забезпечуючи матеріальні засоби для життя працівника та його сім'ї. По-друге, вона має мотиваційну функцію, стимулюючи працівника до підвищення продуктивності праці, поліпшення якості виконуваних обов'язків, професійного зростання. Крім того, заробітна плата виконує соціальну функцію, слугуючи інструментом перерозподілу доходів у суспільстві, зменшуючи соціальну нерівність.

Заробітна плата буває основною (постійна частина, що виплачується за фактично відпрацьований час або обсяг виконаної роботи) та додатковою (премії, надбавки, компенсаційні виплати тощо). Її розмір залежить від кваліфікації працівника, складності, умов і кількості виконаної роботи, а також від економічного стану підприємства [1,2].

На сучасному етапі розвитку економіки України важливим є питання гідної оплати праці, що прямо впливає на якість життя громадян, стабільність трудових колективів та розвиток внутрішнього ринку. Реформи в системі оплати праці повинні забезпечувати не лише її конкурентоспроможність, але й прозорість, справедливість та соціальну відповідальність.

Таким чином, заробітна плата - це не лише засіб забезпечення працівника, а й потужний економічний і соціальний інструмент, який відіграє ключову роль у формуванні трудових відносин, стимулюванні виробничої діяльності та забезпеченні соціальної стабільності в державі.

Література:

1. Червінська Л. М. Економіка праці: навчальний посібник. - К.: Центр учбової літератури, 2021. - 288 с.

2. Ткачук В. А., Ланченко Є. О., Балан О. Д., Гаврилюк І. П. Економіка праці й соціально-трудові відносини: навчальний посібник.- К.: Видавничий центр НУБіП України, 2022. - 616 с.

ЧИННИКИ ЗРОСТАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПРАЦІ

Кучіна С.Е.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» м. Харків

Продуктивність праці є ключовим показником ефективності економічної діяльності, що визначає обсяг виробленої продукції на одиницю витраченого часу. Зростання продуктивності праці сприяє підвищенню конкурентоспроможності підприємств, зростанню національного доходу та поліпшенню якості життя населення. Основними чинниками зростання продуктивності праці є [1-2]:

1. Інновації та технологічний розвиток. Впровадження новітніх технологій, автоматизація виробничих процесів та використання цифрових платформ дозволяють значно підвищити ефективність праці.

2. Покращення організації праці. Раціональне планування робочого часу, вдосконалення методів управління та мотивації персоналу, а також оптимізація робочих місць сприяють підвищенню продуктивності праці. Важливим аспектом є також розвиток корпоративної культури та сприятливого психологічного клімату в колективі.

3. Підвищення кваліфікації працівників. Інвестиції в навчання та розвиток персоналу, підвищення його кваліфікації та професійного рівня дозволяють зменшити кількість помилок, підвищити якість виконуваних завдань та скоротити час на їх виконання.

4. Удосконалення управлінських процесів. Впровадження ефективних систем управління, таких як Lean Management або Six Sigma, дозволяє зменшити втрати, оптимізувати процеси та підвищити ефективність використання ресурсів.

5. Інвестиції в інфраструктуру та обладнання. Оновлення технічного парку, модернізація обладнання та поліпшення умов праці сприяють зменшенню часу на виробничі операції та підвищенню їх якості.

6. Екологізація виробництва. Впровадження енергозберігаючих технологій, використання відновлювальних джерел енергії та зменшення шкідливих викидів не лише покращує екологічну ситуацію, але й може призвести до зниження витрат та підвищення ефективності виробництва.

Зростання продуктивності праці є комплексним процесом, що вимагає інтеграції технологічних, організаційних, освітніх та управлінських заходів. Для досягнення стійкого економічного зростання необхідно забезпечити ефективне поєднання цих чинників на всіх рівнях економічної діяльності.

Література:

1. Потьомкіна О. В., Дорош В. Ю. Інновації та їх вплив на підвищення продуктивності праці персоналу. Ефективна економіка, 2022. № 5. DOI: https://doi.org/10.32702/2307-2105-2022.5.73

2. Щербак В. Г., Сідакова В. В. Інновації в підвищенні продуктивності праці: технологічний прорив та вплив на сучасну економіку. Наукові праці Міжрегіональної Академії управління персоналом. Економічні науки, 2022. DOI: https://doi.org/10.32689/2523-4536/73-8

ВАРТІСТЬ БІЗНЕСУ ЯК СТРАТЕГІЧНИЙ ІНДИКАТОР ЕФЕКТИВНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА В УМОВАХ НЕСТАБІЛЬНОСТІ

Ладиненко О. А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасних умовах, коли зовнішнє середовище зазнає постійних трансформацій, таких як, економічні і фінансові кризи, нестабільність макросередовища, зростає потреба у використанні вартості бізнесу не лише як фінансового показника, а як інтегральної оцінки життєздатності та конкурентоспроможності компанії [1].

Поняття вартості бізнесу включає комплексну оцінку фінансової, операційної, інвестиційної та ринкової ефективності підприємства. Вона відображає не лише фактичний стан активів, а й майбутній потенціал створення доходів та доданої вартості. У кризовий період саме показник вартості дозволяє переосмислити бізнес-модель, скоригувати фінансову стратегію та оптимізувати управлінські підходи [2].

Фінансова стратегія підприємства відіграє визначальну роль у формуванні й підтримці вартості. Ефективне управління джерелами фінансування, оптимізація структури капіталу, управління ризиками та стратегічне бюджетування – все це сприяє збереженню капіталізації навіть в умовах економічного спаду. Крім того, вартість бізнесу є важливим фактором залучення інвесторів, формування довіри серед акціонерів і кредиторів, а також зміцнення ринкових позицій підприємства.

Сучасні умови вимагають врахування нематеріальних чинників – таких як корпоративна культура, бренд, ESG-індекси (екологічні, соціальні, управлінські аспекти), що також впливають на сприйняття вартості. Поведінкові аспекти інвесторів у нестабільних умовах можуть значно змінювати оцінки ризиків та очікувань від компанії, що відображається на її ринковій вартості.

Таким чином, вартість бізнесу є не лише результатом поточної ефективності, а й ключовим орієнтиром стратегічного розвитку підприємства. Для її збереження та зростання в умовах нестабільності необхідно забезпечити комплексне фінансове управління, антикризову адаптацію та прозору систему моніторингу з використанням цифрових технологій і аналітики. Саме такий підхід дозволяє перетворити вартість на інструмент підвищення стійкості та довгострокової конкурентоспроможності компанії.

Література:

1. Новіков В.М. Теоретико-методичні засади управління вартістю бізнесу в умовах ринкової турбулентності : дис. ... д-ра філософії : 076. Суми, 2024. 246 с.

2. Ліпич, Л. Концепція управління цінностями (MBV). *Економічний часопис Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки*. 2020. №4(24). С. 30-36. DOI:https://doi.org/10.29038/2411-4014-2020-04-30-36.

СПЕЦИФІКА УПРАВЛІННЯ МАРКЕТИНГОВОЮ ДІЯЛЬНІСТЮ ПІДПРИЄМСТВА У ВОЄННИЙ ПЕРІОД

Ларка Л. С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Управління маркетинговою діяльністю підприємства в умовах війни має певну специфіку. З одного боку, необхідність функціонувати в кризових умовах стимулює більш раціональне використання обмежених ресурсів підприємства, пошук нових цільових ринків, тобто підприємство за таких умов акумулює всі ресурси та виходить на новий рівень розвитку. Але з іншого боку, воєнний стан обумовлює несприятливий сукупний вплив факторів зовнішнього середовища, підвищення фінансових та маркетингових ризиків. Незважаючі на складні умови бізнес-середовища, за умов воєнного стану суттєво підвищується роль цифровізації всіх процесів на підприємстві [1]. Складні несприятливі ринкові умови є своєрідним викликом для підприємств, але існують певні підходи та інструменти, що дозволяють забезпечити цільову результативність маркетингової діяльності. Портфель маркетингових інструментів підприємства, яке функціонує в умовах воєнного стану повинен містити як традиційні елементи, так і новітні [2].

До традиційних маркетингових інструментів можна віднести оффлайн маркетингові дослідження, застосування матриць стратегічного управління для планування товарної політики, побудова власної збутової мережі.

До новітніх маркетингових інструментів належать переважно інструменти цифрового маркетингу. Весь процес управління маркетинговою діяльністю підприємства в умовах воєнного стану стає спрощеним, оскільки деякою мірою втрачається сенс стратегічного рівня управління [3]. Це пояснюється тим, що ризики війни максимально підвищують невизначеність, за умов якої неможливо передбачити складати систему планів на довгострокову перспективу. Разом з тим слід зазначити, що в умовах воєнного стану суттєво скорочується час на обґрунтування маркетингових рішень, тому на етапі формулювання альтернативних варіантів рішень найчастіше обмежуються експрес-діагностикою ринкових умов, переважають інтуїтивні рішення.

Література:

1. Ларка Л. С. Цифрові аспекти підвищення результативності маркетингової діяльності підприємства у процесі відбудови економіки України. *Ефективна економіка*. 2025. № 2. URL: https://nayka.com.ua/index.php/ee/article/view/5809/5864

2. Ларка Л. С. Інструменти забезпечення результативності маркетингової діяльності підприємства у воєнний час. *Ефективна економіка*. 2025. № 1. URL: https://www.nayka.com.ua/index.php/ee/article/view/5563/5619

3. Ларка Л. С. Підвищення ефективності управління результативністю маркетингової діяльності підприємства в умовах цифровізації та повоєнного періоду. *Вісник Хмельницького національного університету*. Серія: Економічні науки. 2024. Т. 326. № 1. С. 118-122. URL: https://heraldes.khmnu.edu.ua/index.php/heraldes/article/view/22/20

УПРАВЛІННЯ МАРКЕТИНГОВИМИ ТЕХНОЛОГІЯМИ ВИВОДУ НОВОГО ПРОДУКТУ НА РИНОК

Латишева П. Д., Сербенівська А. Ю.
Національний університет «Києво-Могилянська академія», м. Київ

В стратегіях розвитку ефективної діяльності компанії виокремлюють етап розробки нового продукту, як ключовий елемент товарної політики. Запуск нових позицій, у всі цикли розвитку бізнесу, був та буде його амбітним завданням й водночас серйозним викликом [2,4]. Більшість компаній акцентують увагу на розвитку свого бізнесу завдяки створенню нових продуктів, проте варто зазначити, що усього близько п'ятої частини таких продуктів залишаються на ринку довше року, а їх запуск обходиться у шість разів дорожче, ніж виробництво вже існуючих пропозицій. Як результат – колосальний відсоток щорічних новинок зазнає провалу, що призводить до фінансових втрат [4]. Традиційний перелік складових продукту можна проілюструвати за допомогою моделі «чотирьох Р» (табл. 1). Також цікавими є концепції - «5Р», «6Р», «7Р», «12Р» [1]. Боб Лотербортон на прикладах вже існуючих концепцій створив дієвий комплекс «4С»: цінність товару для споживача (Customer-value), витрати споживача (Customer-costs), доступність товару для споживача (Customer-convenience) та інформованість споживача (Customer-communication) (табл. 1). Всі ці компоненти є набором маркетингової складової, що безпосередньо спрямовані на відображення споживацьких інтересів [1].

Таблиця 1 – Традиційні та сучасні елементи позиціонування продукту [1]

Традиційні (4П)	**Сучасні (більш розширені) (4С)**
продукт (**P**roduct)	цінність товару для споживача (**C**ustomer-value)
ціна (**P**rice)	витрати споживача (**C**ustomer-costs)
місце (**P**lace)	Доступність товару для споживача (**C**ustomer-convenience)
просування (**P**romotion)	інформованість споживача (**C**ustomer-communication)

Сучасний підхід до позиціонування продукту в маркетингу (4С) є більш розширеним та спрямованим на задоволення клієнта. Це саме той показник, що стане в нагоді при вимірюванні ефективності маркетингової комунікації бізнесу. Отже, успішні приклади запуску нових продуктів не є універсальними моделями, оскільки маркетингові стратегії залежать від типу продукту, споживчих потреб і поведінки. Ефективне просування передбачає цілеспрямований добір інструментів, адаптованих до специфіки конкретного продукту.

Література:

1. Бутнік-Сіверський О., Земко Г. Маркетингові інструменти в умовах сучасної маркетингової діяльності підприємств-виробників харчової промисловості. URL: https://surl.li/ifhvkg
2. Вальчишин М. Маркетингові технології виведення на ринок нового товару. URL: https://surl.li/hkuflw
3. Денисенко М. Маркетингове забезпечення виведення нового товару на ринок. URL: https://surl.li/gabozu
4. Сутність поняття "новий продукт" та етапи процесу розробки нових товарів. StudFiles. URL: https://studfile.net/preview/9747670/page:5/

ЕКОНОМІЧНА СУТНІСТЬ УПРАВЛІНСЬКОГО ПОТЕНЦІАЛУ

Лаушкін А.М., Мехович С.А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасних умовах економічної нестабільності та глобальної конкуренції ключовим фактором забезпечення сталого розвитку підприємства є ефективне управління. Відповідно, зростає значення управлінського потенціалу як сукупності ресурсів і можливостей, що визначають здатність організації до стратегічного розвитку, адаптації та досягнення цілей. Дослідження економічної сутності управлінського потенціалу дозволяє глибше зрозуміти його значення для розвитку підприємства.

Управлінський потенціал – це інтегральна характеристика підприємства, яка відображає можливість його керівництва забезпечувати ефективне функціонування, розвиток і конкурентоспроможність організації. Він охоплює професійні, інтелектуальні, організаційні та комунікативні ресурси управлінського персоналу.

Управлінський потенціал має пряму економічну цінність, адже він впливає на ефективність використання ресурсів, прийняття стратегічно важливих рішень, реалізацію інновацій, рівень продуктивності праці, формування конкурентних переваг.

Управлінський потенціал виступає нематеріальним активом, який підвищує капіталізацію підприємства, полегшує залучення інвестицій і сприяє сталому розвитку. Для кількісного вимірювання управлінського потенціалу застосовуються такі підходи: метод експертних оцінок, SWOT-аналіз управлінської команди, KPI-методологія, оцінка рівня ділових та особистісних якостей керівників, аналіз організаційної структури та ефективності управлінських рішень. Економічна сутність управлінського потенціалу полягає у його здатності створювати додану вартість, забезпечувати розвиток підприємства та досягати конкурентних переваг. Розвиток управлінського потенціалу є ключовим чинником довгострокової стабільності бізнесу, тому потребує постійного вдосконалення через навчання, підвищення кваліфікації, удосконалення системи мотивації та корпоративної культури.

Література:

1. Кулаєць М.М. Удосконалення інноваційної підприємницької діяльності/ М.М. Кулаєць, М.Ф. Бабієнко, П.А. Лайко, П.М. Музика, О.Д. Витвицька, Є.А. Бузовський, В.А. Скрипниченко, М.М. Лучник// Економіка АПК. 2009. №5. С.76-87

2. Витвицька О. Д. Формування стратегії інноваційного розвитку аграрних підприємств. Економіка АПК. 2011. С.132-138

3. Кваша С. М. Механізм підтримки сільськогосподарського виробництва та шляхи його удосконалення : моногр. / С.М. Кваша, О.Д.Витвицька, К.В.Наконечна. К.: ННЦ ІАЕ, 2009. 200 с.

4. Лайко П. А. Фактори підвищення рівня продовольчої безпеки / П. А. Лайко, М. Ф. Бабієнко, Т. Д. Іщенко // Економіка АПК. – 2006. – № 8. – С. 20–28.

5. Витвицька О. Д., Демешкант Н. А. Особливості інноваційного розвитку економіки і завдання аграрної науки та освіти. Агросвіт № 9, 2015. С. 3-7.

ФІСКАЛЬНА СТРАТЕГІЯ ДЕРЖАВИ В УМОВАХ ВІЙНИ

Лега О.В.[1], Перерва П.Г.[2]
[1]Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава
[2]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Умови війни створюють надзвичайне навантаження на бюджетну систему держави. Водночас фіскальна стратегія має забезпечити функціонування економіки, стійкість фінансової системи та фінансування оборонних потреб. Адаптація фіскальної політики в таких умовах є ключовим інструментом збереження суверенітету та стабільності держави. Основні завдання фіскальної стратегії в умовах війни: мобілізація ресурсів для потреб оборони та безпеки; підтримка критично важливих галузей (енергетика, охорона здоров'я, транспорт); забезпечення соціального захисту найбільш вразливих верств населення; фінансова стабілізація; залучення міжнародного фінансування. Джерела фінансування бюджету під час війни: збільшення податкових надходжень за рахунок реформування податкової бази; воєнні облігації як інструмент залучення внутрішніх інвестицій; міжнародна фінансова допомога (гранти, кредити від МВФ, ЄС, Світового банку); оптимізація бюджетних витрат; монетизація дефіциту бюджету – контрольований випуск грошей за потреби. Особливості податкової політики в умовах війни: пільги для бізнесу в зонах бойових дій; тимчасові зміни ставок податків; податкові стимули для виробників оборонної продукції; створення цифрових платформ для швидкої адаптації податкової системи. Ризики фіскальної нестабільності: надмірний дефіцит бюджету; зростання державного боргу; втрата довіри з боку інвесторів. Довгострокова фіскальна стратегія після війни: відновлення економіки через інвестиції в інфраструктуру; повернення до середньострокового бюджетного планування; погашення заборгованостей і модернізація податкової системи. Фіскальна стратегія в умовах війни – це складний, багатокомпонентний процес, який має бути максимально гнучким та адаптивним. Успішна реалізація такої стратегії дозволяє державі утримувати економічну стабільність, підтримувати населення та гарантувати обороноздатність країни.

Література:

1. Перерва, П.Г. Інноваційні технології реструктуризації промислового підприємства. Маркетинг інновацій і інновації у маркетингу: зб. тез доп. VIII Міжнар. науково-практ. конф., 25-26 вересня 2014 р. Суми: ТОВ "ДД "Папірус", 2014. С. 119-121.

2. Витвицька О.Д. Концептуальні підходи до дослідження механізму інноваційно-інвестиційного розвитку зерновиробництва // Агроінком. 2013. №10-12. С.10-14.

3. Кулаєць М.М., Бабієнко М.Ф., Лайко П.А., Витвицька О.Д. Інноваційна діяльність в аграрній сфері // *Економіка АПК*. 2011. № 2. С. 100-107.

4. Витвицька О. Д., Демешкант Н. А. Особливості інноваційного розвитку економіки і завдання аграрної науки та освіти. Агросвіт № 9, 2015. С. 3-7.

5. Скрипниченко В.А. Інноваційні аспекти виробництва біопалива на Україні: стан, проблеми, перспективи // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2009. С. 175-180.

ПРОЗОРА ЛОГІСТИКА ЯК РЕПУТАЦІЙНИЙ ІНСТРУМЕНТ СУЧАСНОГО БІЗНЕСУ

Лега О. В., Прийдак Т. Б., Яловега Л. В.
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава

Сучасний бізнес несе відповідальність не лише за якість свого продукту чи послуги, а й за етичність, екологічність і прозорість усього ланцюга постачання. Це включає відповідальність перед державою, споживачем, партнерами й суспільством. Усе частіше клієнти хочуть знати, звідки походить товар, як він транспортувався, у яких умовах працюють логістичні партнери і, що важливо - наскільки прозоро компанія діє у фіскальній площині. Прозорість логістики стає не лише технічним параметром, а етичним маркером бренду. Вона охоплює: відстеження доставок у реальному часі; оцінку вуглецевого сліду; екологічну сертифікацію; публічну звітність про витрати на логістику й податкові зобов'язання; відповідність логістичних процесів міжнародним стандартам ESG (Environmental, Social, Governance). Особливу роль у цьому процесі відіграє податкова прозорість логістичних операторів, яка набуває значення у сегменті B2B та міжнародної торгівлі. Корпоративні клієнти обирають тих партнерів, які ведуть діяльність відкрито. У сучасному конкурентному середовищі логістика більше не є «невидимою частиною» бізнесу. Навпаки – вона дедалі частіше стає об'єктом уваги споживачів, партнерів і регуляторів. Прозорість логістичних процесів безпосередньо впливає на формування позитивного іміджу компанії: *клієнти довіряють компаніям*, які демонструють «чисту логістику» - без офшорних схем, безупинних затримок, митних конфліктів чи непрозорих розрахунків; *B2B-клієнти* (виробники, дистриб'ютори, торговельні мережі) дедалі частіше вимагають сертифікації ESG, перевіряють структуру власності логістичних компаній, їхню податкову доброчесність, наявність відкритих звітів про взаємодію з державними органами; прозора логістика стає частиною маркетингової комунікації. Компанії повідомляють споживачам, що доставили продукцію з використанням «зеленого» транспорту, компенсували викиди, працюють з відповідальними перевізниками. Усе це свідчить про глибоку трансформацію ролі логістики в структурі корпоративної репутації. Відтепер логістика – не просто «невидимий процес» між постачанням і продажем, а потужний репутаційний інструмент, який може як зміцнити бренд, так і поставити його під сумнів. Прозорість у логістичних процесах – це не лише про відповідність, а про активну комунікацію цінностей компанії: чесність, відкритість, доброчесність. Вона формує довіру, а довіра – це валюта сучасного ринку.

Література:

1. Канцедал Н.А., Лега О.В., Морозов Є.О. Цифровізація логістики: нові технології для покращення управління та оптимізації. *Economic space.* 2025. № 199. С. 45 – 51. URL: https://economic-prostir.com.ua/wp-content/uploads/2025/03/199-45-51-kanczedal.pdf

2. Лега О.В., Сіренко І.О., Тараненко Я.І. Управління процесами постачання матеріально-технічних ресурсів: теоретичні засади та практичні підходи. *Економічний простір*. 2024. № 196. С. 40-49. https://economic-prostir.com.ua/wp-content/uploads/2025/01/196-40-49-lega.pdf

ПОДАТКОВА ВІДКРИТІСТЬ І ЦИФРОВА ВЗАЄМОДІЯ В ЛОГІСТИЦІ: ШЛЯХ ДО СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Лега О. В., Сіренко І. О., Тараненко Я. І.
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава

Прозора логістика – концепція, що охоплює цифрову, екологічну та податкову відкритість усіх логістичних операцій. До ключових елементів прозорої логістики належать: відкритість маршрутів, джерел продукції та часу доставки; електронна фіскалізація логістичних операцій; публічна звітність про податкові зобов'язання. Відповідальні логістичні компанії розміщують у відкритому доступі інформацію про податки, збори, платежі до бюджету, структуру власності - це додає довіри з боку партнерів та інвесторів; інтеграція у цифрову взаємодію з митними та фіскальними органами. Компанії, які використовують цифрові рішення для перевірки товарів, подання звітності та проходження митного контролю, демонструють відкритість і дотримання законодавства. Прозора логістика тісно переплітається з принципами ESG - особливо в частині управління (Governance) та соціальної відповідальності (Social). Вона стає одним із параметрів оцінки не лише внутрішньої ефективності, а й репутаційної та інституційної надійності компанії. Цей підхід уже реалізується в діяльності низки провідних компаній, які інтегрували принципи прозорої логістики у свою стратегію сталого розвитку. Зокрема: DHL Group (Німеччина) є лідером у сфері відповідального логістичного сервісу. В рамках своєї стратегії GoGreen, DHL публікує щорічні ESG-звіти, де розкриває не лише екологічні показники, а й інформацію про податкові платежі, взаємодію з регуляторами, цифрову трансформацію облікових процесів; Maersk (Данія) активно інтегрує податкову відкритість у свою корпоративну стратегію. У звітах компанія подає детальний аналіз податків, сплачених у кожній країні присутності, і декларує відмову від агресивного податкового планування; Astarta-Kyiv (Україна) однією з перших в Україні почала впровадження електронного аудиту у співпраці з Державною податковою службою; IKEA (Швеція) зобов'язує своїх постачальників (включно з логістичними партнерами) дотримуватися кодексу корпоративної доброчесності, що включає прозору податкову поведінку та дотримання екологічних стандартів у логістиці.

З огляду на зростаючий вплив ESG-факторів, цифрової звітності та суспільного запиту на прозорість, український бізнес має всі підстави переосмислити роль логістики - не лише як технічного процесу, а як складової репутаційної цінності. Прозорість у логістичних операціях, фіскальна відповідальність і відкритість до контролю мають стати частиною стратегії сталого розвитку компанії.

Література:

1. Канцедал Н.А., Лега О.В., Морозов Є.О. Цифровізація логістики: нові технології для покращення управління та оптимізації. *Economic space.* 2025. № 199. С. 45 – 51.
2. Astarta-Kyiv URL: https://surl.li/lxdgtx
3. Sustainable Growth. 2024 ESG Progress Report. URL: https://surl.li/fwkihi
4. Tax report. URL: https://surl.li/blperv
5. IWAY – the IKEA supplier code of conduct. URL: https://surl.li/ivosld

РОЗВИТОК ІННОВАЦІЙ В ГОТЕЛЬНОМУ БІЗНЕСІ

Лепетень Д. А., Волоснікова Н. М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасному світі бізнес розвивається та готельний бізнес є однією з найбільш динамічних галузей сфери послуг, тому вимагає постійного удосконалення стратегій управління її розвитком. У готельному бізнесі швидко змінюються туристичні тенденції, споживацькі уподобання та технологічні можливості, що передбачає від готельного бізнесу оперативного реагування та пріоритетного застосування інноваційних технологій. Конкуренція на українському ринку в сфері готельного бізнесу значно зростає, тому для розвитку необхідно використовувати сучасне обладнання та впроваджувати нові технології [1].

Нові методи стимулювання збуту в готельному бізнесі допомагають створити канали збуту, розробити інноваційні процеси та методи, які допомагають продавати готельні послуги [2].

Розвиток нових технологій у готельному бізнесі дозволяє залучити більше клієнтів та задовольнити їхні запити [3].

Популярними інноваціями в готельному бізнесі можна виділити такі:

1. Мобільні додатки – допомагають збільшити кількість клієнтів, оскільки вони є зручними та оперативними при бронюванні номера в готелі.
2. Розумний номер – такі технології допомагають керувати освітленням, температурою, шторами та телевізором в номері.
3. Екологічні технології – полягають у використання сонячних батарей енергоефективного обладнання та зменшення використання пластику.
4. Сучасні ключі – можливість отримати електронний ключ на смартфон, яким можна відкривати двері без фізичної картки.
5. Персоналізація – можлива завдяки аналізу даних про клієнта на основі вподобань, потреб та полягає в створенні комфорту.

Таким чином, розвиток інновацій в готельному бізнесі допомагає підприємствам задовольняти потреби клієнтів, бути конкурентними та надавати послуги високої якості.

Література:

1. Сучасний стан та інноваційні процеси розвитку готельно-ресторанного бізнесу в Україні / О. Я. Домінська, Н. О. Батьковець // Вісник Львівського торговельно-економічного університету. Економічні науки. – 2017. – Випуск 52. с. 39-41

2. Інновації в готельному бізнесі. Миронов Ю.Б. Матеріали І Міжнар. наук.-практ. конф. «Інноваційний розвиток готельно-ресторанного господарства та харчових виробництв». Прага: Oktan Print, 2020. с.186-187

3. Поворознюк, І. Інноваційний розвиток підприємств готельного господарства. Економічні горизонти, 1 (27), 2024. с. 121-128

КОМЕРЦІЙНІ РИЗИКИ МІЖНАРОДНОГО БІЗНЕСУ

Лепський Р.С., Ткачов М.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасному глобалізованому світі міжнародна комерційна діяльність стає важливим джерелом економічного зростання підприємств. Проте вихід на міжнародні ринки супроводжується не лише новими можливостями, а й зростанням ризиків. Комерційні ризики можуть призвести до фінансових втрат, порушення контрактних зобов'язань або втрати ділової репутації. Тому ефективне управління цими ризиками є критично важливим.

Види комерційних ризиків: кредитний ризик – ризик несплати з боку іноземного контрагента; ціновий ризик – коливання світових цін на товари чи послуги; логістичний ризик – порушення умов доставки, затримки чи пошкодження товару; контрактний ризик – неоднозначність чи порушення договірних зобов'язань; маркетинговий ризик – помилки у виборі ринку, цільової аудиторії чи каналу збуту; репутаційний ризик – негативні наслідки для іміджу компанії через невиконання зобов'язань або скандали.

Причини виникнення комерційних ризиків: недостатній аналіз іноземних ринків; нестабільне законодавство в країнах-партнерах; політичні чи економічні зміни; валютні коливання; культурні відмінності у веденні бізнесу.

Методи управління комерційними ризиками: диверсифікація – робота з кількома партнерами та ринками, страхування експортних операцій – покриття можливих втрат, ретельний вибір партнерів - перевірка платоспроможності, репутації, хеджування валютних ризиків - використання фінансових інструментів, чітке контрактне оформлення - включення форс-мажорних та арбітражних положень, моніторинг зовнішнього середовища – аналітика і прогнозування змін на ринках. Комерційні ризики є невід'ємною частиною міжнародного бізнесу, однак ефективне їх управління дозволяє мінімізувати втрати та забезпечити стабільний розвиток підприємства. Підприємствам необхідно впроваджувати системний підхід до ідентифікації, оцінки та нейтралізації комерційних загроз у зовнішньоекономічній діяльності.

Література:

1. Перерва, П.Г. Інноваційні технології реструктуризації промислового підприємства. Маркетинг інновацій і інновації у маркетингу: збірник тез доповідей VIII Міжнар. науково-практ. конф., 25-26 вересня 2014 р. Суми: ТОВ "ДД "Папірус", 2014. С. 119-121.

2. Кулаєць М.М. Удосконалення інноваційної підприємницької діяльності/ М.М. Кулаєць, М.Ф. Бабієнко, П.А. Лайко, П.М. Музика, О.Д. Витвицька, Є.А. Бузовський, В.А. Скрипниченко, М.М. Лучник// Економіка АПК. 2009. №5. С.76-87

3. Витвицька О. Д. Формування стратегії інноваційного розвитку аграрних підприємств. Економіка АПК. 2011. С.132-138

4. Кваша С. М. Механізм підтримки сільськогосподарського виробництва та шляхи його удосконалення : моногр. / С.М. Кваша, О.Д.Витвицька, К.В.Наконечна. К.: ННЦ ІАЕ, 2009. 200 с.

5. Лайко П. А. Фактори підвищення рівня продовольчої безпеки / П. А. Лайко, М. Ф. Бабієнко, Т. Д. Іщенко // Економіка АПК. – 2006. – № 8. – С. 20–28.

БЮДЖЕТНА ДЕЦЕНТРАЛІЗАЦІЯ ЯК ЧИННИК ЗМІЦНЕННЯ ФІНАНСОВОЇ БАЗИ МІСЦЕВОГО САМОВРЯДУВАННЯ

Линник В.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Бюджетна децентралізація є одним з ключових чинників зміцнення фінансової бази місцевого самоврядування, оскільки передбачає передачу значної частини бюджетних повноважень та фінансових ресурсів з центрального на місцевий рівень. Розширення дохідної бази місцевих бюджетів відбувається за рахунок закріплення за ними додаткових джерел надходжень, таких як частина загальнодержавних податків і зборів, місцеві податки і збори, доходи від комунальної власності тощо. Водночас бюджетна децентралізація сприяє підвищенню відповідальності та підзвітності місцевої влади перед громадою, адже ефективність використання бюджетних коштів безпосередньо впливає на якість життя населення. Для успішної реалізації реформи бюджетної децентралізації важливо забезпечити належний рівень фінансової спроможності та самодостатності місцевих бюджетів, що передбачає збалансування їх доходів і видатків, мінімізацію дотаційності, стимулювання місцевого економічного розвитку. Крім того, необхідно посилити інституційну спроможність органів місцевого самоврядування у сфері управління фінансами, забезпечити прозорість бюджетного процесу та участь громадськості у прийнятті рішень щодо місцевих бюджетів. Таким чином, бюджетна децентралізація є дієвим інструментом зміцнення фінансових основ місцевого самоврядування, підвищення його ефективності та наближення влади до потреб громадян. Бюджетна децентралізація в умовах війни стикається з низкою серйозних викликів, які потребують комплексного вирішення та адаптації до нових реалій. Основною проблемою є скорочення доходів місцевих бюджетів внаслідок економічної кризи, спричиненої військовими діями, руйнуванням інфраструктури та зниженням ділової активності. Це призводить до зменшення податкових надходжень, зокрема від податку на доходи фізичних осіб, єдиного податку, плати за землю тощо. Водночас війна зумовлює зростання видатків місцевих бюджетів на оборону, підтримку внутрішньо переміщених осіб, відновлення пошкоджених об'єктів та надання соціальної допомоги постраждалим. За таких умов збалансування місцевих бюджетів стає надзвичайно складним завданням, що вимагає пошуку додаткових джерел фінансування та оптимізації видатків. Одним із шляхів вирішення цієї проблеми є посилення фінансової підтримки місцевого самоврядування з боку держави через збільшення обсягів міжбюджетних трансфертів, надання цільових субвенцій на відновлення інфраструктури та соціально-економічний розвиток територій. Крім того, доцільно розширити повноваження органів місцевого самоврядування щодо запровадження місцевих податків і зборів, встановлення їх ставок та надання пільг платникам податків, що дозволить більш гнучко реагувати на зміни економічної ситуації та генерувати додаткові надходження до місцевих бюджетів. Необхідно також активізувати співпрацю місцевої влади з бізнесом та громадськістю у питаннях залучення інвестицій, реалізації проєктів розвитку та відновлення територій, що постраждали від війни.

ТРИРІВНЕВА МОДЕЛЬ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ЦИФРОВИХ ТРАНСФОРМАЦІЙ В УПРАВЛІННІ БІЗНЕС-ПРОЦЕСАМИ ЛАНЦЮГІВ ПОСТАЧАННЯ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ

Лисенко С.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Предметом дослідження є розробка методичного підходу до оцінки впровадження цифрових трансформацій у багаторівневу систему управління бізнес-процесами ланцюгів постачання агропромислового комплексу (АПК). Метою є формалізація такого підходу для аналізу ефективності цифрових рішень на оперативному, тактичному та стратегічному рівнях. У якості інструментів моделювання використано методи багатокритеріального аналізу (MAUT, AHP) для визначення вагомості впливу цифрових рішень на ключові параметри функціонування. Оцінювання здійснюється за цільовою функцією, яка враховує витрати, продуктивність, екологічний слід, швидкість прийняття рішень та ризики впровадження. На операційному рівні розглядаються технології точного землеробства, GPS-моніторинг транспорту та сенсорні системи зберігання. На тактичному рівні досліджуються ERP-рішення, BI-аналітика та цифрові контракти. На стратегічному рівні враховуються цифрові інвестиційні стратегії, KPI сталого розвитку та прогнозування з використанням AI/ML-моделей [1]. Цифрова трансформація в аграрному секторі має не лише переваги у вигляді підвищення ефективності, прозорості та швидкості управління, але й супроводжується низкою бар'єрів: високими інвестиційними витратами, нестачею кваліфікованих кадрів, цифровою нерівністю, технологічною залежністю та кіберзагрозами [2]. Результатом дослідження є трирівнева модель оцінки цифрової трансформації, що дозволяє підприємствам АПК приймати обґрунтовані управлінські рішення щодо впровадження цифрових рішень, враховуючи як їх потенціал, так і супутні ризики.

Література:

1. Lysenko S., Makovoz O., Perederii T. The impact of artificial intelligence in logistics management on sustainability development of e-business. Selected Papers of the V International Conference on European Dimensions of Sustainable Development, Kyiv, 2023. URL: https://nuft.edu.ua/doi/doc/edsd/2023/12.pdf.

2. Буяк, Л. А. "MODERN TRENDS AND MAIN THEORETICAL APPROACHES TO THE DIGITAL TRANSFORMATION OF AGRIBUSINESS". *Journal of Strategic Economic Research*, no. 6, Apr. 2024, pp. 50-62, doi:10.30857/2786-5398.2023.6.5.

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ДІДЖИТАЛІЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ УПРАВЛІННЯ ПЕРСОНАЛОМ

Литвинов Л.С., Кучинський В.А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасних умовах цифрової трансформації економіки спостерігається стійка тенденція до діджиталізації процесів управління персоналом, що зумовлює суттєві зміни у підходах до організації праці, комунікації та прийняття управлінських рішень. Основними напрямами цього процесу є автоматизація рутинних HR-функцій, впровадження аналітичних інструментів на основі великих даних (Big Data), розвиток платформ дистанційного навчання та використання штучного інтелекту (ШІ) для прогнозування поведінки працівників [1-2]. Основними тенденціями діджиталізації процесів управління персоналом в сучасних умовах розвитку економіки є: 1. Оптимізація кадрового документообігу, рекрутингу та адаптації нових співробітників шляхом впровадження спеціалізованих HRM-систем. Ці рішення забезпечують інтеграцію даних, автоматичне відстеження показників ефективності персоналу та сприяють підвищенню прозорості управлінських процесів [2]. 2. Зростання значущості аналітики у прийнятті HR-рішень. Використання алгоритмів машинного навчання дозволяє виявляти приховані залежності у поведінці працівників, прогнозувати плинність кадрів, оцінювати ефективність навчання та підвищувати рівень персоналізованого підходу до управління талантом [3]. 3. Цифрові платформи забезпечують розвиток моделей гнучкої зайнятості, зокрема віддаленої роботи, фрилансу та гіг-економіки. Це вимагає від організацій перегляду традиційних моделей управління та формування нових цифрових компетентностей як серед HR-фахівців, так і серед персоналу в цілому [4-5]. Таким чином, діджиталізація процесів управління персоналом є не лише технологічною трансформацією, але й стратегічним викликом для сучасного бізнесу, що потребує адаптації організаційної культури, підвищення цифрової грамотності працівників та переосмислення ролі HR у досягненні сталого конкурентного розвитку [1-5].

Література:

1. Вознюк Є. О. Діджиталізація бізнес-процесів як основа цифрової економіки. Вісник Національного технічного університету "ХПІ" (економічні науки): зб. наук. пр. Харків : НТУ "ХПІ", 2024. № 6. С. 40-47.

2. Ремньова Л., Хмелевський С. Диджиталізація процесів управління персоналом як сучасний тренд розвитку інноваційних HR-технологій. *Проблеми і перспективи економіки та управління.* 2023 №4 (36). С. 35–48.

3. Кучинський В. А., Погорєлов С. М. Використання економіко-математичних моделей для прийняття ефективних рішень в сфері управління персоналом. *Вісник Національного технічного університету "ХПІ" (економічні науки) : зб. наук. пр.* Харків : НТУ "ХПІ", 2023. № 2. С. 109-116.

4. Мехович С. А., Кучинський В. А., Кузьминський А. М. Теоретико-практичні підходи до побудови системи управління трансформацією бізнесу під впливом процесів діджиталізації. *Енергозбереження. Енергетика. Енергоаудит.* 2024. № 10 (201). С. 78-98.

5. Кучинський В. А., Гуцан О. М. Формування ефективної системи мотивації персоналу на основі моделей компетенцій. *Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут" (економічні науки) : зб. наук. пр.* Харків : НТУ "ХПІ", 2021. № 4. С. 45-51.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ У МЕНЕДЖМЕНТІ

Лінькова О.Ю.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Актуальність проблеми. Основним інструментом успішного менеджера стають актуальні методи досліджень у: прийнятті управлінських рішень; підвищенні конкурентоспроможності; впровадженні інновацій; розвитку організаційної культури (підвищенні рівня знань); вирішенні проблем.

Мета дослідження – систематизувати методологічні підходи управлінських досліджень для прийняття обґрунтованих управлінських рішень та розв'язання управлінських проблем. Вивченням питань методів досліджень у менеджменті займаються як вітчизняні так і закордонні вчені. При цьому недостатня увага приділяється інтеграційному підходу щодо використання методів у вирішенні комплексних проблем менеджменту [1-5].

Методологія. Основні критерії для класифікації методологічних підходів досліджень у менеджменті: філософські засади (позитивізм: онтологія – об'єктивна реальність, яку можна дослідити; епістемологія – узагальнення та прагнення до об'єктивності; кількісні методи; конструктивізм: онтологія – соціальна реальність є суб'єктивно сконструйована; епістемологія – знання формуються через інтерпретацію соціальних явищ; якісні методи; критичний реалізм: онтологія – сприйняття реальності є опосередкованим соціальними структурами; епістемологія – виявлення глибинних механізмів соціальних явищ; комбінування кількісних та якісних методів); методи дослідження (прогнозні, оцінка, методи, що пояснюють явища, розвідувальні); природа даних (кількісні, якісні, змішані); контекст дослідження (польові, лабораторні).

Висновки. Систематизація методів дослідження в менеджменті забезпечує дослідників чіткою структурою для вибору відповідних інструментів аналізу, що сприяє прийняттю обґрунтованих рішень та підвищенні ефективності бізнесу. Напрямок для проведення подальших досліджень: вивчення практичного досвіду ефективності методів за алгоритмом дизайну мислення в умовах невизначеності та прискорення змін.

Література:

1. Лінькова О. Ю. Практична підготовка менеджера: основні виклики та можливості в умовах діджиталізації. Монографія. 2021. Харків : ФОП Секішова Т.Є. 134 с.

2. Advanced Methods for Human Resource Management Research: Design, Implement and Evaluate a Research Project. Paul Joseph-Richard. 1st Edition. Kogan Page. 1st edition. 2025. 320 p.

3. Design Science Methodology for the Management Sciences: From Foundations to Implementation (Springer Texts in Business and Economics). Raymond Opdenakker, Carin Cuijpers. Kindle Edition. Springer. 2025. 182 p.

4. Management Research. Applying the Principles of Business Research Methods. Susan Rose, Nigel Spinks, Ana Isabel Canhoto. Routledge. 2nd edition. 2023. 482 p.

5. Research Project Management and Leadership: A Handbook for Everyone. P. Alison Paprica. Kindle Edition. University of Toronto Press. 2024. 308 p.

ВПЛИВ МИТНОЇ ПОЛІТИКИ НА БІЗНЕС-ПЛАНУВАННЯ ЗОВНІШНЬОЕКОНОМІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

Лісна І.Ф.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У контексті глобалізації та активізації міжнародної торгівлі ефективне бізнес-планування зовнішньоекономічної діяльності (ЗЕД) підприємств неможливе без урахування чинників зовнішнього середовища, зокрема державної митної політики. Митне регулювання виступає потужним інструментом впливу на динаміку міжнародних товарообмінних операцій і формує умови доступу до зарубіжних ринків. У зв'язку з цим інтеграція митного аспекту в бізнес-план ЗЕД підприємства є необхідною умовою для прогнозованого, стабільного та прибуткового функціонування.

Аналізуючи роль митної політики у контексті управління зовнішньоекономічною діяльністю, слід зазначити, що вона охоплює не лише встановлення митних ставок, а й систему процедур, яка безпосередньо впливає на строки, вартість і правові умови переміщення товарів через митний кордон.

Інтеграція митної складової у бізнес-план ЗЕД дозволяє підприємству не лише прогнозувати витрати, а й приймати стратегічні рішення щодо вибору партнерів, ринків, оптимальних логістичних маршрутів. З урахуванням складності міжнародних процедур та змін у зовнішньоторговельному законодавстві, планування повинне бути гнучким і точним.

В умовах євроінтеграційного курсу та цифровізації митна політика в Україні зазнає інтенсивної трансформації. Серед ключових змін можна назвати впровадження Нової комп'ютеризованої транзитної системи (NCTS), розвиток інституту авторизованих економічних операторів (AEO), поступова гармонізація із законодавством ЄС. Усе це безпосередньо змінює умови функціонування для бізнесу, що підвищує важливість врахування митних ризиків у процесі планування.

Ризики, пов'язані з митним регулюванням, можуть мати суттєвий вплив на ефективність ЗЕД: від затримок постачань до додаткових фінансових витрат. Планування із врахуванням можливих сценаріїв (як сприятливих, так і обмежувальних) дає підприємству інструменти для адаптації до змін. Таким чином, системний підхід до бізнес-планування вимагає висновків щодо інтеграції митної політики в загальну стратегію розвитку підприємства.

Митна політика справляє суттєвий і багатогранний вплив на ефективність бізнес-планування зовнішньоекономічної діяльності. Її врахування в розрахунках фінансових витрат, виборі ринків, логістичних моделей і ризик-менеджменті є необхідною умовою успішної інтеграції підприємства в міжнародну торговельну систему.

У сучасних умовах гнучке, проактивне планування з урахуванням митного середовища забезпечує адаптивність, мінімізацію витрат та зростання конкурентоспроможності підприємств на глобальному ринку.

КООПЕРАЦІЯ ЯК ЧИННИК ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПІДПРИЄМНИЦЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В УМОВАХ КОНКУРЕНТНОГО СЕРЕДОВИЩА

Лісна І.Ф., Синяговський Д.А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сучасне підприємницьке середовище характеризується високим рівнем динамічності, нестабільності ринку та зростаючим конкурентним тиском. У таких умовах особливого значення набуває пошук нових підходів до управління ресурсами та формування стратегічних переваг. Одним із перспективних напрямів є кооперація – взаємовигідне співробітництво між підприємствами, яке дає змогу поєднувати зусилля для досягнення спільних економічних цілей.

Кооперацію можна трактувати як добровільне об'єднання підприємств для спільного вирішення виробничих, фінансових, логістичних або інноваційних завдань. Вона охоплює як горизонтальні зв'язки (між підприємствами однієї галузі), так і вертикальні (між виробниками, постачальниками та дистриб'юторами), а також діагональні й кластерні моделі. У контексті зростання складності економічних процесів кооперація сприяє гнучкості, зменшенню транзакційних витрат і підвищенню якості управлінських рішень.

На практиці найпоширенішими формами кооперації є стратегічні альянси, виробничі консорціуми, кластери, франчайзинг, спільні інноваційні проєкти. Такі об'єднання дозволяють зменшити ризики, об'єднати капітал, забезпечити швидший доступ до нових ринків або технологій. Ефективність кооперації проявляється у зростанні продуктивності, розширенні асортименту продукції, покращенні обслуговування споживачів та збільшенні частки ринку.

Кооперація забезпечує підприємствам нові канали обміну знаннями, спільний доступ до інфраструктури, зменшення бар'єрів входу на нові ринки. За рахунок ефекту масштабу й синергії учасники кооперaційних утворень отримують конкурентні переваги, які недосяжні в умовах автономної діяльності.

Становлення дієвої кооперaційної культури в українському бізнес-середовищі стримується низкою чинників: недовірою між учасниками ринку, слабким інституційним середовищем, низькою поінформованістю щодо переваг партнерств. Проте, на тлі цифровізації, децентралізації та розвитку малого і середнього бізнесу, кооперація має потенціал стати рушієм регіонального економічного зростання. Необхідна підтримка з боку держави, спрямована на формування кластерної політики, пільгових умов для кооперативів і програм підтримки інноваційних партнерств.

Кооперація є важливим чинником підвищення ефективності підприємницької діяльності в умовах конкурентного середовища. Вона дозволяє підприємствам раціональніше використовувати ресурси, знижувати ризики, підвищувати гнучкість та оперативність прийняття рішень. Для українських підприємств розвиток кооперaційних форм взаємодії відкриває нові горизонти сталого економічного зростання та інтеграції у глобальну економіку.

ІНСТРУМЕНТИ МОНІТОРИНГУ ВТРАТ АГРОБІЗНЕСУ ВНАСЛІДОК ВІЙНИ

Луценко Д.О.
Полтавський державний аграрний університет, Полтава

Повномасштабне вторгнення РФ в Україну призвело до глобальних втрат людських та матеріальних ресурсів. Сільське господарство стало тією галуззю економіки, яка постраждала чи не найбільше. На сучасному етапі постає важлива задача виявити втрати та оцінити їх. З цією метою здійснюється моніторинг витрат [1]. Можна виділити основні інструменти моніторингу, зокрема:

-збір даних про втрати безпосередньо від товаровиробників шляхом проведення опитувань, збору офіційних заявок про пошкодження майна і посівів, використання даних з відкритих джерел;

- супутниковий моніторинг та використання ГІС-технологій. При цьому супутникові знімки територій дозволять отримати інформацію про пошкодження сільськогосподарських угідь, знищення матеріально-технічної бази, зміни типу сільськогосподарських культур або незасіяні площі. ГІС-карти допомагають візуалізувати регіональні карти;

- проведення фінансово-економічного аналізу з метою порівняльного аналізу доходів, витрат і прибутковості до та після початку повномасштабного вторгнення, оцінки втраченого прибутку через неможливість реалізації продукції, втрати логістики та падіння експорту, оцінки руйнування інфраструктури;

- оцінка мінної небезпеки і ризиків, пов'язаних з нею з метою аналізу площ, забруднених вибухонебезпечними предметами і створення карт замінованих територій;

- залучення експертних структур і платформ у вигляді координації з міжнародними організаціями, які ведуть облік втрат та здійснюють їх оцінку, а також здійснення моніторингу за допомогою платформ, зокрема KSE Institute та їхній проект «Russia Will Pay» який документує збитки;

- верифікація та оновлення інформації у вигляді регулярного оновлення даних, збору доказових матеріалів у вигляді фото, відео, актів руйнувань і знищення майна, зв'язок з місцевими громадами, сільськими радами та військовими адміністраціями. Слід зазначити, що моніторинг втрат агробізнесу повинен бути багаторівневим і міжсекторальним, із залученням представників агробізнесу, держави, ІТ-фахівців, міжнародних партнерів. Це не лише основа для відшкодування збитків, а й важлива частина відновлення та продовольчої безпеки України.

Література:

1.Єрмолаєва М. В. Втрати аграрних підприємств внаслідок війни: актуальні питання обліку і звітності. *Причорноморські економічні студії.* 2023. Вип. 81. С. 196-201. URL: http://bses.in.ua/journals/2023/81_2023/32.pdf

ЕТАПИ ФОРМУВАННЯ ПРОГРАМИ МАРКЕТИНГУ

Лялько К.А., Оборіна А.Ю., Косенко О.П.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасних умовах ринкової економіки маркетинг стає одним з ключових інструментів досягнення конкурентних переваг. Ефективна маркетингова програма дозволяє підприємству краще розуміти потреби споживачів, адаптувати свої продукти та послуги до змін ринку та формувати лояльність клієнтів. Формування програми маркетингу є системним процесом, який включає низку послідовних етапів. Маркетингова програма – це цілісний план дій підприємства, спрямований на досягнення маркетингових цілей, який включає аналіз ринку, визначення цільової аудиторії, розробку комплексу маркетингу та оцінку результатів. Вона є частиною загальної стратегії розвитку організації. Основні етапи формування програми маркетингу: маркетингове дослідження. Початковий етап передбачає збір та аналіз інформації про зовнішнє та внутрішнє середовище: аналіз попиту, дослідження конкурентів, вивчення ринкових тенденцій, SWOT-аналіз. Цілі мають бути конкретними, вимірюваними, досяжними, релевантними та обмеженими у часі (SMART). Наприклад: збільшення частки ринку на 10% протягом року. Підприємство визначає, які сегменти ринку найкраще відповідають його можливостям, та фокусується на тих групах споживачів, які мають найвищий потенціал. Формується унікальна торгова пропозиція (УТП), яка відрізняє продукт компанії від аналогів на ринку. Здійснюється стратегічне планування за моделлю 4P: Product (Продукт) – характеристики, якість, дизайн, Price (Ціна) – стратегія ціноутворення, Place (Місце) – канали розподілу, логістика, Promotion (Просування) – реклама, PR, стимулювання збуту. Формується кошторис маркетингових заходів і розподіляються ресурси. Виконання запланованих дій відповідно до обраної стратегії, контроль та оцінка ефективності. Формування програми маркетингу – це багатоступеневий процес, який потребує глибокого аналізу, стратегічного бачення та постійного вдосконалення. Успішна маркетингова програма допомагає підприємству задовольнити потреби клієнтів, підвищити прибутки і зміцнити позиції на ринку.

Література:

1. Перерва, П.Г. Інноваційні технології реструктуризації промислового підприємства. Маркетинг інновацій і інновації у маркетингу: збірник тез доповідей VIII Міжнар. науково-практ. конф., 25-26 вересня 2014 р. Суми: ТОВ "ДД "Папірус", 2014. С. 119-121

2. Кулаєць М.М. Удосконалення інноваційної підприємницької діяльності/ М.М. Кулаєць, М.Ф. Бабієнко, П.А. Лайко, П.М. Музика, О.Д. Витвицька, Є.А. Бузовський, В.А. Скрипниченко, М.М. Лучник// Економіка АПК. 2009. №5. С.76-87

3. Витвицька О. Д. Формування стратегії інноваційного розвитку аграрних підприємств. Економіка АПК. 2011. С.132-138

4. Кваша С. М. Механізм підтримки сільськогосподарського виробництва та шляхи його удосконалення : моногр. / С.М. Кваша, О.Д.Витвицька, К.В.Наконечна. К.: ННЦ ІАЕ, 2009. 200 с.

5. Лайко П. А. Фактори підвищення рівня продовольчої безпеки / П. А. Лайко, М. Ф. Бабієнко, Т. Д. Іщенко // Економіка АПК. – 2006. – № 8. – С. 20–28.

АУТСОРСИНГ ЯК СТРАТЕГІЧНИЙ ІНСТРУМЕНТ ПІДВИЩЕННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ БАГАТОНАЦІОНАЛЬНИХ КОМПАНІЙ

Майстро Р.Г., Хорошун Я.Г.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасних умовах глобалізації та цифровізації бізнес-середовища аутсорсинг став не просто інструментом зниження витрат, а важливим стратегічним рішенням для багатонаціональних компаній (БНК), що прагнуть підвищити свою ефективність, гнучкість і конкурентоспроможність на міжнародних ринках. Аутсорсинг відіграє важливу роль у стратегічному управлінні багатонаціональних компаній, дозволяючи їм концентрувати зусилля на розвитку своїх ключових компетенцій. Замість того, щоб витрачати ресурси на виконання другорядних функцій, таких як IT-підтримка, бухгалтерія, логістика або клієнтський сервіс, компанії можуть передати ці процеси на зовнішнє виконання спеціалізованим постачальникам послуг. Це дає змогу не лише зосередитися на своїх основних бізнес-завданнях, а й істотно підвищити якість внутрішніх процесів. Крім того, завдяки використанню робочої сили та інфраструктури в регіонах з нижчими витратами на виробництво та оплату праці, компанії отримують можливість суттєво оптимізувати свої фінансові витрати. Такий підхід є особливо ефективним у масштабах глобального бізнесу, де різниця у витратах між розвиненими країнами та країнами, що розвиваються, може бути досить значною. Ще однією суттєвою перевагою аутсорсингу є доступ до передових технологій та інноваційних рішень. Компанії-постачальники аутсорсингових послуг часто спеціалізуються на конкретних сферах, тому вони мають глибоку експертизу та впроваджують найновіші технологічні розробки. Це дає замовнику змогу отримати якісно новий рівень обслуговування без необхідності інвестувати великі кошти в розробку і впровадження власних технологій. Нарешті, аутсорсинг дозволяє багатонаціональним компаніям бути більш гнучкими та адаптивними до змін ринкового середовища. Вони можуть швидко масштабувати або змінювати обсяги послуг відповідно до поточного попиту, не порушуючи внутрішні бізнес-процеси. Це особливо важливо у періоди нестабільності або в умовах високої конкуренції, коли швидкість прийняття рішень і адаптація до нових умов стають критичними факторами успіху.

Таким чином, аутсорсинг, за умови правильно побудованої моделі співпраці та управління ризиками, є потужним важелем стратегічного розвитку багатонаціональних компаній. Він дозволяє не лише зменшити витрати, але й посилити інноваційність та адаптивність в умовах глобальної конкуренції.

Література:

1. Горбань І. В. Міжнародний аутсорсинг у глобальній економіці: тенденції та перспективи. *Економічний вісник університету*. 2020. № 45. С. 45–50.

2. Deloitte. *Global Outsourcing Survey 2022* URL: https://www2.deloitte.com. (Дата звернення: 10.04.2025).

МАРКЕТИНГОВА ПРОГРАМА ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА

Масалаб О.В., Ткачова Н.П.
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", м. Харків

У сучасних умовах жорсткої конкуренції та нестабільного зовнішнього середовища промислові підприємства стикаються з необхідністю впровадження системного маркетингового підходу. Маркетингова програма промислового підприємства – це комплекс стратегічних і тактичних заходів, спрямованих на виявлення потреб ринку, розробку конкурентоспроможної продукції, її ефективне просування та реалізацію. Особливості маркетингу в промисловому секторі: орієнтація на B2B-сегмент (робота з іншими підприємствами, а не кінцевими споживачами); тривалі цикли продажу; високий ступінь персоналізації пропозицій; необхідність технічного супроводу продукції; потреба в демонстрації економічної ефективності та надійності. Структура маркетингової програми. 1. Аналіз ринкового середовища: вивчення попиту на промислову продукцію, аналіз діяльності конкурентів, технологічні тенденції та інновації, ризики та можливості в галузі. 2. Визначення цілей маркетингу: цілі мають відповідати загальній стратегії підприємства: збільшення обсягів продажу, вихід на нові ринки, зміцнення бренду, підвищення лояльності клієнтів. 3. Сегментація ринку та вибір цільових клієнтів: географічна та галузева сегментація, визначення ключових споживачів і партнерів. 4. Формування маркетингової стратегії: позиціювання продукції на ринку, визначення УТП (унікальної торгової пропозиції), вибір конкурентної стратегії: лідерство за витратами, диференціація, фокусування. 5. Маркетинг-мікс (4P): продукт: технічні характеристики, якість, гарантії, ціна: знижки для постійних клієнтів, індивідуальне ціноутворення, розподіл: прямі продажі, участь у виставках, електронні платформи, просування: галузеві ЗМІ, каталоги, ділові зустрічі, демонстрації. 6. План дій і бюджет: календар заходів, відповідальні особи, розподіл фінансових ресурсів на маркетинг. 7. Моніторинг та контроль: коригування програми відповідно до результатів. Маркетингова програма промислового підприємства є важливим елементом загальної стратегії розвитку. Вона дозволяє інтегрувати потреби ринку в усі виробничі та управлінські процеси, забезпечуючи сталий розвиток, конкурентоспроможність та ефективну комунікацію з партнерами.

Література:

1. Кулаєць М.М. Удосконалення інноваційної підприємницької діяльності/ М.М. Кулаєць, М.Ф. Бабієнко, П.А. Лайко, П.М. Музика, О.Д. Витвицька, Є.А. Бузовський, В.А. Скрипниченко, М.М. Лучник// Економіка АПК. 2009. №5. С.76-87

2. Витвицька О. Д. Формування стратегії інноваційного розвитку аграрних підприємств. Економіка АПК. 2011. С.132-138

3. Кваша С. М. Механізм підтримки сільськогосподарського виробництва та шляхи його удосконалення : моногр. / С.М. Кваша, О.Д.Витвицька, К.В.Наконечна. К.: ННЦ ІАЕ, 2009. 200 с.

4. Лайко П. А. Фактори підвищення рівня продовольчої безпеки / П. А. Лайко, М. Ф. Бабієнко, Т. Д. Іщенко // Економіка АПК. – 2006. – № 8. – С. 20–28.

ФОРМУВАННЯ ЕФЕКТИВНОЇ ПОЛІТИКИ УПРАВЛІННЯ КРЕДИТОСПРОМОЖНІСТЮ ПІДПРИЄМСТВА

Матінян К.К.
Харківський національний університет ім. В.Н.Каразіна, м. Харків

Сучасне ринкове середовище ставить перед підприємствами все більше викликів, зокрема у сфері фінансової стабільності та доступу до зовнішніх джерел фінансування. В умовах високої конкуренції та динамічної зміни макроекономічних факторів важливого значення набуває здатність підприємства підтримувати належний рівень кредитоспроможності. Саме ефективна фінансова стратегія, як складова загальної корпоративної стратегії, відіграє ключову роль у формуванні позитивного фінансового іміджу підприємства, управлінні його борговим навантаженням і забезпеченні стійкості розвитку.

Формування політики управління кредитоспроможністю передбачає розробку чіткої системи цілей, інструментів та механізмів моніторингу, які дозволяють своєчасно оцінювати фінансовий стан підприємства, передбачати ризики неплатоспроможності та своєчасно реагувати на зміни внутрішнього й зовнішнього середовища. Важливо, щоб ця політика враховувала не лише традиційні підходи до фінансового аналізу, а й інтегрувала сучасні цифрові інструменти та практики стратегічного планування. Прогнозування грошових потоків, оцінка вартості капіталу, вибір оптимальної структури фінансування – усе це є базисом формування довгострокової фінансової стійкості.

Зважаючи на практичну значущість, політика кредитоспроможності повинна передбачати також механізм адаптації до змін фінансового ринку, в тому числі шляхом регулярного оновлення фінансових показників, запровадження систем рейтингової оцінки та підвищення прозорості фінансової звітності. Такі заходи підвищують довіру з боку банків, інвесторів та партнерів, а отже – відкривають нові можливості для інвестиційного зростання підприємства.

Отже, ефективна політика управління кредитоспроможністю є не лише запорукою фінансової стабільності підприємства, але й важливим елементом забезпечення його стратегічної конкурентоспроможності на внутрішньому та зовнішньому ринках.

Література:

1. Бланк І. О. *Фінансовий менеджмент*. – К.: Ніка-Центр, 2015. – 784 с.
2. Колот В. М., Оберемчук В. Ф. *Управління фінансовою стійкістю підприємства*. – К.: КНЕУ, 2020. – 312 с.

РОЗВИТОК ЗЕЛЕНОЇ ЛОГІСТИКИ В УКРАЇНІ: ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

Мащенко М.А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасних умовах глобальних кліматичних змін, зростання екологічної свідомості споживачів та інтеграції України до європейського простору надзвичайно актуальним стає впровадження принципів зеленої логістики. Цей напрям поєднує в собі екологічні, економічні та соціальні аспекти, спрямовані на мінімізацію негативного впливу логістичних процесів на довкілля. Для України, яка переживає значні виклики, пов'язані з війною, дестабілізацією інфраструктури та перебудовою логістичних ланцюгів, зелена логістика набуває особливого значення як інструмент сталого відновлення, підвищення енергоефективності, оптимізації витрат та формування нових стандартів у транспортній, складській і дистрибуційній сферах.

Водночас впровадження екологічно орієнтованих рішень потребує подолання ряду викликів - законодавчих, технічних, інфраструктурних та фінансових. Саме тому дослідження перспектив розвитку зеленої логістики є надзвичайно важливим для формування нової логістичної політики України, адаптованої до європейських екостандартів та потреб національного ринку.

Зелена логістика визначається як системний підхід до планування, реалізації та контролю логістичних потоків з урахуванням екологічних критеріїв. Її мета - зниження шкідливого впливу на довкілля та оптимізація використання ресурсів.

Серед основних викликів: недостатність інфраструктури для екологічної доставки, висока собівартість екотранспорту, низький рівень інформованості підприємств щодо переваг зелених технологій. Воєнні дії зумовили руйнування логістичних ланцюгів та потребу у їх відновленні з урахуванням принципів сталого розвитку.

Зелена логістика визнається складовою євроінтеграційного курсу держави. У майбутньому її розвиток буде залежати від поєднання державної підтримки, ініціатив бізнесу та міжнародної інтеграції. Очікується поступове впровадження європейських екологічних стандартів у транспорті, логістиці та інфраструктурних проєктах.

Перспективними напрямами розвитку зеленої логістики в Україні є: створення національної стратегії розвитку зеленої логістики; стимулювання переходу на електротранспорт та біопаливо; запровадження податкових пільг для підприємств, що впроваджують екологічні рішення; будівництво мультимодальних логістичних центрів з низьким рівнем викидів; розвиток цифрових платформ для оптимізації логістичних потоків. Інтеграція принципів зеленої логістики у національну транспортну політику дозволить підвищити ефективність ланцюгів постачання та сприяти екологічній модернізації економіки України.

РОЗВИТОК МІСЬКОЇ ЛОГІСТИКИ

Мащенко М.А., Білоус Р.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В роботі розглянуто питання розвитку міської логістики, зосереджуючись на викликах та інноваціях у сфері доставки "останньої милі". Зростання міст, бум електронної комерції та підвищені очікування споживачів щодо швидкості доставки роблять ефективну логістику ключовим фактором для сталого розвитку міст та успіху бізнесу. Управління міськими товарними потоками має на меті оптимізацію перевезень, скорочення витрат та мінімізацію негативного впливу на довкілля.

"Остання миля" – фінальний етап доставки товару від хабу до кінцевого споживача – є найскладнішим та найдорожчим сегментом логістичного ланцюга. Вона відповідальна за значну частину логістичних витрат, спричиняє затори та забруднення повітря через інтенсивний рух транспорту в щільній міській забудові. Основні виклики включають фрагментацію потоків, високу вартість однієї доставки, обмеження міської інфраструктури та необхідність дотримання часових вікон [1, 2].

Ключ до вирішення цих проблем лежить у впровадженні інновацій. Технологічні рішення, такі як програмне забезпечення для динамічної оптимізації маршрутів, аналітика великих даних для прогнозування попиту, системи відстеження в реальному часі, підвищують операційну ефективність. Паралельно розвиваються альтернативні та екологічні види транспорту: електромобілі, вантажні велосипеди, дрони, що сприяють зменшенню викидів CO2 та шумового забруднення.

Для успішного розвитку необхідна інтеграція логістичних рішень у загальну стратегію міста. Це вимагає тісної співпраці між бізнесом, міською владою та громадою для розробки регуляторних норм, розвитку інфраструктури (включаючи зарядні станції, зони для розвантаження) та стимулювання сталих практик.

Таким чином, оптимізація міської логістики та "останньої милі" є комплексним завданням, що потребує синергії технологічних інновацій, гнучких бізнес-моделей, стратегічного міського планування та фокусу на сталому розвитку для забезпечення ефективного функціонування міст та задоволення потреб їх мешканців.

Література:

1. Mangiaracina R., Perego A., Seghezzi A., Tumino A. Sustainable Urban Last-Mile Logistics: A Systematic Literature Review // *Sustainability*. – 2023. – Vol. 15, № 3. – P. 2285

2. Oliveira L.K., Silva G.N.S. Urban Freight Last Mile Logistics–Challenges and Opportunities to Improve Sustainability: A Literature Review // *Sustainability*. – 2020. – Vol. 12, № 21. – P. 8769..

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМСТВА НА ОСНОВІ РЕАЛІЗАЦІЇ ІННОВАЦІЙНО-ІНВЕСТИЦІЙНИХ ПРОЄКТІВ

Мащенко М.А., Іванко О. Є.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У контексті сучасних глобалізаційних трансформацій та прискореного технологічного прогресу, стратегічний розвиток підприємств на основі реалізації інноваційно-інвестиційних проєктів набуває особливої актуальності. Такий підхід забезпечує зростання конкурентоспроможності суб'єктів господарювання, створює передумови для підвищення їх адаптивності до змін ринкового середовища, а також відкриває можливості для випереджального розвитку завдяки створенню нових продуктів, послуг і вдосконаленню виробничих та управлінських процесів.

Реалізація інноваційно-інвестиційної стратегії підприємства є складним інтегрованим процесом, спрямованим на впровадження новітніх технологій, управлінських підходів та модернізацію матеріально-технічної бази. Це потребує не лише фінансових ресурсів, а й стратегічного бачення, тісної координації між усіма підрозділами та активної підтримки з боку вищого керівництва. Лише системний та послідовний підхід до впровадження інновацій дозволяє підприємству не лише утримувати позиції на ринку, а й забезпечувати сталий розвиток у довгостроковій перспективі.

Цільові орієнтири інвестування в інноваційні основні засоби включають: впровадження технологічних новацій; підвищення якості та конкурентоспроможності продукції (послуг); освоєння нових, зокрема міжнародних ринків; збільшення виробничих потужностей; оптимізацію витрат за рахунок удосконалення технологій та процесів; забезпечення високого рівня інтеграції з автоматизованими системами управління виробництвом; підвищення надійності та довговічності основних засобів.

Класифікація інновацій, що реалізуються в межах інноваційно-інвестиційних проєктів, зазвичай охоплює чотири основні типи:

продуктові інновації - створення нових або вдосконалених товарів і послуг;

процесні інновації - впровадження нових методів виробництва, постачання або збуту;

маркетингові інновації - розробка нових підходів до просування, позиціонування та продажу продукції;

організаційні інновації - зміни в системі управління, структурі або внутрішніх процедурах.

Отже, в умовах динамічного розвитку економіки знань та цифрової трансформації, ключовим фактором забезпечення ефективної діяльності та довготривалого успіху підприємств виступає реалізація інноваційно-інвестиційних проєктів. Вони слугують фундаментом для модернізації виробничих процесів, удосконалення організаційної структури та формування нових конкурентних переваг.

ЕКОЛОГІЧНА ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ ПІДПРИЄМСТВ ТА РОЗВИТОК «ЗЕЛЕНОЇ» ЛОГІСТИКИ

Мащенко М.А., Радецька Д.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В даній роботі було досліджено важливість екологічної відповідальності для сталого розвитку будь-якого підприємства. Висвітлено основні переваги застосування «зеленої» логістики для збільшення економічної вигоди та зміцнення іміджу бізнесу.

Швидка глобалізація та значне розширення ринків збуту, спонукають підприємства до виготовлення більшої кількості продукції. Довготривалий виробничий цикл, погана якість сировини, складність або, навіть, неможливість утилізації товару сприяє зростанню кількості екологічних проблем, що потребують негайного врегулювання та зашкоджують нормальному існуванню людства.

Розвиток тренду екологічної свідомості є надзвичайно важливим, оскільки значною мірою впливає на вибір споживачем товарів, що мають відповідне маркування, а інвесторів спонукає вкладати кошти в підприємства, що отримали відповідну сертифікацію та дотримуються всіх міжнародних стандартів.

За рахунок екологічної сертифікації, підприємства мають законне права наносити на свою продукцію відповідні позначки, що свідчать про розумне використання ресурсів та можливість переробки. Дотримання всіх вимог та стандартів дають значні переваги бізнесу, а саме: збільшення частки експорту, розширення ринків збуту, вихід в категорії «екопродукт» та популярність.

«Зелена» логістика є важливою частиною політики кожного розвиненого підприємства. Вона здатна значною мірою зменшити кількість викидів шкідливих речовин в атмосферу та оптимізувати витрати.

Активне застосування «зеленої» логістики в бізнесі призводить до залучення інвестиції, зміцнення довіри клієнтів та оптимізації маршрутів. Для суспільства, в першу чергу, це створення нових робочих місць, покращення якості повітря та формування екологічно відповідальної поведінки. В свою чергу, для довкілля застосування «зеленої» логістика призводить до зменшення кількості відходів, скорочення викидів та покращення природи загалом.

Отже, екологічна свідомість підприємств є надзвичайно важливим показником. Завдяки отриманні екологічної сертифікації та застосуванні екомаркувань, підприємства отримають значну конкурентну перевагу, довіру споживачів та сталий, довготривалий розвиток. «Зелена» логістика є потужним інструментом підвищення ефективності бізнесу, завдяки скороченню витрат на паливо, переходу на гібридний вид транспорту та застосуванню біорозкладної упаковки.

ТРЕНДИ СУЧАСНОГО ПІДПРИЄМНИЦТВА: ІННОВАЦІЇ ТА АДАПТАЦІЯ ДО ЗМІН

Мельниченко Д.О.
Уманський національний університет, м. Умань

Сучасне підприємництво перебуває в постійному процесі еволюції, що зумовлено динамічними змінами у технологічному, економічному та соціальному середовищі. Інновації, як основний двигун розвитку підприємницьких структур, стали незамінним інструментом для досягнення конкурентних переваг і ефективної адаптації до швидко змінюваних умов. Однак разом із можливостями, що відкриваються завдяки технологічному прогресу, виникають і нові виклики, зокрема в управлінні бізнес-процесами, пошуку нових ринків і розвитку стратегії зростання.

Сучасне підприємництво вже не є простою комерційною діяльністю, воно передбачає глибоке інтегрування інноваційних рішень у всі сфери бізнесу, від організації виробництва до маркетингових стратегій. Прийняття нових технологій і адаптація до змін у споживчих перевагах та глобальних економічних тенденціях стають важливими елементами успіху.

У цьому контексті ключовими стають питання про те, як підприємства можуть ефективно інтегрувати інновації у свою діяльність, що дозволяє їм не лише зберігати конкурентоспроможність, а й досягати сталого розвитку на глобальному ринку. Зокрема, актуальними є стратегії адаптації до змін, що відбуваються в умовах глобалізації, цифровізації та змінної економічної ситуації.

Ключовими аспектами сталого розвитку є екологічні інновації, соціальна відповідальність і економічна ефективність. Багато компаній вже сьогодні зосереджуються на створенні екологічно чистих продуктів і послуг, а також на розвитку корпоративної соціальної відповідальності, що підвищує їхню привабливість на ринку [1-2].

Отже, сучасне підприємництво є складним і багатогранним процесом, що вимагає від підприємців гнучкості, інноваційності та здатності швидко адаптуватися до змін. Використання новітніх технологій, ефективна адаптація до змін та інтеграція принципів сталого розвитку є ключовими факторами успіху підприємств у сучасному бізнес-середовищі.

Література:

1. Бойко В. О., Бойко Л. О. Продовольча безпека та ризики для аграрного виробництва під час війни в Україні. *Економіка та суспільство*. 2022. Вип. 41. DOI: https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-41-27.

2. Бойко Л. О. Пріоритети розвитку підприємництва зі створенням інноваційних продуктів. *Агросвіт*. 2020. № 15. С. 41-47. DOI: https://doi.org/10.32702/2306-6792.2020.15.41.

ЕФЕКТИВНА ОРГАНІЗАЦІЙНА СТРУКТУРА В СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ ПЕРСОНАЛОМ ПІДПРИЄМСТВА

Меркотун А.С., Кармінська-Бєлоброва М.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В умовах зростання складності бізнес-процесів підприємства вимушені приділяти особливу увагу побудові ефективної організаційної структури. Для підвищення результативності управління потрібно досягти балансу між вибудованою організаційною моделлю, здатністю до адаптації та сильною лідерською позицією, що разом сприятиме успіху підприємства. Чітка структура сприяє підвищенню прозорості бізнес-процесів, забезпечує оперативність ухвалення управлінських рішень і ефективне використання ресурсів. Під час формування організаційної системи беруть до уваги специфіку підприємства, його розміри, стиль управління та характер основної діяльності [1].

Різноманітність організаційних моделей обумовлена необхідністю підприємств пристосовуватися до різноманітних умов функціонування. У зв'язку з цим структури класифікуються за різними критеріями. Залежно від тривалості існування вони поділяються на постійні та тимчасові, за рівнем гнучкості – на механістичні та адаптивні. У контексті прийняття рішень розрізняють одномірні та багатовимірні моделі. Горизонтальні взаємодії організовані за лінійною, функціональною, штабною, дивізіональною, процесною, проєктною, матричною чи мережевою схемою. Вертикальні зв'язки варіюються від ієрархічних і централізованих до децентралізованих і горизонтальних. Також структури відрізняються за способом взаємодії з персоналом – корпоративні або індивідуалістичні, а за технологією роботи – реальні чи віртуальні [2].

Таким чином, організаційна структура являється одним з факторів ефективної роботи підприємства, що забезпечує узгодженість роботи підрозділів, оперативність управлінських рішень та здатність адаптуватися до змін. Залежно від рішень керівництва та змін у внутрішньому й зовнішньому середовищі, **система управління** може комбінуватися й адаптуватися під актуальні потреби підприємства. Завдяки гнучкій структурі підприємство ефективно досягає стратегічних цілей і зберігає конкурентні переваги в умовах мінливого ринкового середовища.

Література:

1. Леонов О., Леонова Т. Теорія організації та організаційні структури сучасного корпоративного управління. Економіка та суспільство. 2023. № 54. URL:

2. Небава, М. І. Менеджмент організацій і адміністрування. Частина 1 : навчальний посібник / М. І. Небава, О. Г. Ратушняк. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 105 с. – С. 46–49.

КРАУДФАНДИНГ У ФІНАНСУВАННІ СОЦІАЛЬНИХ ПРОЄКТІВ

Меркулова О.В., Фощій П.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В роботі розглянуто особливості використання краудфандингу у фінансуванні соціальних проєктів. Краудфандинг, як сучасний інструмент залучення коштів, набуває все більшого значення для реалізації соціально орієнтованих ініціатив. Його суть полягає у мобілізації фінансових ресурсів за рахунок великої кількості невеликих внесків від окремих осіб через спеціалізовані онлайн-платформи. Такий підхід відкриває нові можливості для організацій та ініціативних груп, які прагнуть реалізувати проєкти, спрямовані на вирішення суспільно важливих проблем.

Краудфандинг забезпечує доступ до фінансування без залучення традиційних джерел, таких як гранти, спонсорство чи державна підтримка [1]. Соціальні проєкти, пов'язані з освітою, охороною здоров'я, екологією, допомогою вразливим групам населення, культурними та гуманітарними ініціативами, можуть отримати фінансову підтримку напряму від громади, яка зацікавлена у досягненні позитивного соціального ефекту [2].

Важливою особливістю краудфандингу є не лише залучення коштів, але й формування спільноти однодумців навколо проєкту. Це створює підґрунтя для підвищення соціальної відповідальності, посилення громадянської активності та залучення ширших верств населення до вирішення актуальних проблем. Разом з тим, краудфандинг має свої виклики. Висока конкуренція на платформах, необхідність якісної презентації проєкту, активне просування у медіа та соціальних мережах, а також обмеження щодо масштабів фінансування вимагають від ініціаторів проєктів не лише соціальної ідеї, а й навичок маркетингу, комунікації та управління ресурсами. Краудфандинг сприяє розвитку культури мікрофінансування соціальних ініціатив, дозволяючи реалізовувати проєкти, які інакше залишилися б без фінансової підтримки. Він виступає каталізатором для нових форматів взаємодії між суспільством та організаціями, що працюють у соціальній сфері.

Таким чином, краудфандинг є ефективним інструментом фінансування соціальних проєктів, що поєднує фінансову підтримку з активізацією громадської участі, сприяє впровадженню інноваційних рішень та посиленню соціальної згуртованості.

Література:

1. Абрамова Д. О., Фощій П.М. Краудфандинг у підтримці стартапів в умовах економічної нестабільності. Теоретичні та практичні дослідження молодих вчених : зб. тез доп. 18-ї Міжнар. наук.-практ. конф. магістрантів та аспірантів, 19-22 листопада 2024 р. Харків : НТУ «ХПІ», 2024. С. 422-423.

2. Круглик М. С., Фощій М.Д. Соціальне проєктування на підприємствах у контексті сталого розвитку. Теоретичні та практичні дослідження молодих вчених : зб. тез доп. 18-ї Міжнар. наук.-практ. конф. магістрантів та аспірантів, 19-22 листопада 2024 р. Харків : НТУ «ХПІ», 2024. С. 500-501.

ДОСЛІДЖЕННЯ СКЛАДОВИХ РИНКУ КРИПТОВАЛЮТ

Мехович Є.С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У XXI столітті цифрові фінансові технології стрімко трансформують глобальну економіку. Одним із найяскравіших прикладів цієї трансформації є ринок криптовалют. Хоча криптовалюти все ще викликають суперечки серед експертів, їх роль як інструменту інвестування, засобу платежу та збереження вартості постійно зростає. Для розуміння перспектив і ризиків цього ринку необхідне дослідження його основних складових. Криптовалюта – це децентралізована цифрова валюта, заснована на технології блокчейн, яка використовує криптографічні методи для забезпечення безпеки та анонімності транзакцій. Найвідомішими є Bitcoin, Ethereum, Binance Coin, Solana тощо. Основні складові ринку криптовалют: блокчейн-платформи – це технологічна основа для створення, обліку та передачі криптовалют. Найбільш поширеними є Bitcoin Blockchain – основа першої криптовалюти, Ethereum – платформа для смарт-контрактів і децентралізованих додатків, Binance Smart Chain, Solana, Cardano – альтернативні рішення з високою масштабованістю. Існує понад 20 000 криптовалют, які класифікуються за функціональністю: валюти (Bitcoin, Litecoin), платформи (Ethereum, Cardano), стейблкоїни (USDT, USDC), токени управління, NFT-токени. Криптобіржі для купівлі, продажу та обміну криптовалют: централізовані (CEX): Binance, Coinbase, Kraken; децентралізовані (DEX): Uniswap, PancakeSwap, dYdX. Законодавча база щодо криптовалют сильно варіюється: легалізація в Японії, Швейцарії; обмеження або заборона в Китаї, Єгипті; перехідна політика Україні, ЄС, США. Перспективи: інтеграція з фінансовими ринками, розвиток DeFi (децентралізованих фінансів), впровадження цифрових валют центральних банків (CBDC). Ризики: висока волатильність, ризик шахрайства та зломів, регуляторна невизначеність, вплив технологічних збоїв. Ринок криптовалют – складне й динамічне явище, яке поєднує фінансові, технологічні та соціально-економічні складові. Його дослідження дає змогу краще зрозуміти нові форми цифрової економіки та адаптуватися до нових умов глобального фінансового простору.

Література:

1. Кулаєць М.М. Удосконалення інноваційної підприємницької діяльності/ М.М. Кулаєць, М.Ф. Бабієнко, П.А. Лайко, П.М. Музика, О.Д. Витвицька, Є.А. Бузовський, В.А. Скрипниченко, М.М. Лучник// Економіка АПК. 2009. №5. С.76-87

2. Витвицька О. Д. Формування стратегії інноваційного розвитку аграрних підприємств. Економіка АПК. 2011. С.132-138

3. Кваша С. М. Механізм підтримки сільськогосподарського виробництва та шляхи його удосконалення : моногр. / С.М. Кваша, О.Д.Витвицька, К.В.Наконечна. К.: ННЦ ІАЕ, 2009. 200 с.

4. Лайко П. А. Фактори підвищення рівня продовольчої безпеки / П. А. Лайко, М. Ф. Бабієнко, Т. Д. Іщенко // Економіка АПК. – 2006. – № 8. – С. 20–28.

5. Перерва, П.Г. Інноваційні технології реструктуризації промислового підприємства. Маркетинг інновацій і інновації у маркетингу: збірник тез доповідей VIII Міжнар. науково-практ. конф., 25-26 вересня 2014 р. Суми: ТОВ "ДД "Папірус", 2014. С. 119-121.

ПІДХОДИ ДО СТВОРЕННЯ КОНЦЕПЦІЇ НАЦІОНАЛЬНОЇ ПЛАТФОРМИ ДЛЯ БЕЗПЕЧНОГО ЗБЕРІГАННЯ КРИПТОВАЛЮТ

Мехович Є.С.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м.Харків

Останнім часом все більше аналітиків і науковців задаються питанням щодо перспектив розвитку криптовалюти як засобу для заощадження грошей. В умовах макроекономічної нестабільності, високої інфляції та обмеженого доступу до традиційних фінансових інструментів зростає потреба у нових формах збереження та накопичення коштів. У цьому контексті криптовалюта поступово виконує функцію альтернативного засобу заощадження для громадян України, особливо в кризові періоди. Суттєвими заходом у цьому напряму може також стати створення державної (національної) платформи обміну та зберігання криптовалют із сертифікованими сервісами (аналог е-гаманця). Умовно: це як "Дія для криптовалюти", де все ліцензовано, контролюється державою і забезпечено кіберзахистом. Технічну розробку слід доручити державним підрядникам або приватним компаніям на замовлення Мінцифри, НБУ або Міністерства економіки. Фізично вона повинна міститися у державних хмарних дата-центрах, з дублюванням на резервні сервери (як в Україні, так і за кордоном для безперервності у випадку надзвичайних ситуацій).Вона може також бути розміщена на власному державному блокчейні або на партнерських перевірених блокчейн-платформах (наприклад, EBSI, Hyperledger, Stellar, Avalanche, або навіть на приватному форку Ethereum). Платформа має певні рівні,компоненти та призначення (табл.1.)

Таблиця 1 – Структура державної платформи обміну та зберігання криптовалют

Рівень	Назва компонента	Призначення
1. Інфраструктурний	Державний дата-центр, хмарні сервери	Фізичне та віртуальне розміщення платформи з захищеним зберіганням
2. Програмний	Платформа (веб+мобільний застосунок)	Гаманець, транзакції, управління ключами, KYC, AML
3. Криптографічний	Зашифровані гаманці, модулі цифрової ідентифікації	Безпечне зберігання ключів, доступ через біометрію чи "Дія ID"
4. Аналітичний	Модулі моніторингу та аналітики транзакцій	Виявлення підозрілої активності, фінмоніторинг
5. Інтеграційний	API для банків, бірж, податкової, Мінцифри	Легальна взаємодія з ринком та держструктурами

Національна платформа – це не просто «криптогаманець». Це елемент фінансової безпеки, прозорості та інструмент економічного розвитку. Вона дозволяє заощаджувати та користуватись криптовалютою легально, забезпечує контроль держави над ризиками, створює базу для цифрової гривні, відкриває шлях до модернізації державних виплат, інвестування та інновацій.

Література:

1. Україна посіла друге місце у Східній Європі за обсягом криптотранзакцій – звіт Chainalysis. URL: https://minfin.com.ua/ua/2024/10/18/138053178/

2. Різниця між Ethereum і Bitcoin. URL:https://www.kraken.com/uk/compare/ethereum-vs-bitcoin

НЕЙРОФОРСАЙТ І ПЕРСОНАЛІЗОВАНИЙ МАРКЕТИНГ

Мехович К.С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Форсайт як основа адаптивного маркетингу використовує форсайт-методи для прогнозування трендів в, що дозволяє бізнесу гнучко адаптувати маркетингові стратегії завдяки інтеграції штучного інтелекту в форсайт-аналіз (наприклад, AI-генеровані сценарії розвитку ринку). Нейрофорсайт і персоналізований маркетинг побудовано на використанні даних про поведінку користувачів для створення кастомізованих прогнозів і гіперперсоналізованого маркетингу. Нейрофорсайт (НФ) – це новий напрям форсайту, який використовує досягнення когнітивних наук, нейротехнологій та AI-аналітики для прогнозування поведінки споживачів і визначення майбутніх трендів. Основна ідея нейрофорсайту полягає у передбаченні майбутніх споживчих тенденцій через аналіз нейрофізіологічних, поведінкових і когнітивних даних. НФ вивчає нейроактивність споживачів під час взаємодії з продуктами, емоційні та когнітивні реакції на маркетингові стимули та психофізіологічні патерни прийняття рішень.У якості методу НФ використовує «eye-tracking»(переводиться як відстеження очей) дослідження поведінки покупців, тестування інтерфейсів (UX), професійну підготовку пілотів, когнітивну психологію і т.і. Цей метод побудовано на аналізі біометричних даних (пульс, мікровирази обличчя) для прогнозування поведінки та AI-моделі для прогнозування змін у споживчих перевагах. Задачі нейрофорсайту : виявлення прихованих мотивацій споживачів, оптимізація маркетингових кампаній та UI/UX-дизайну, формування гіперперсоналізованих продуктів і послуг, ередбачення змін у патернах поведінки споживачів. Персоналізований маркетинг – це маркетингова стратегія, що використовує індивідуалізовані дані про користувачів для створення максимально релевантних пропозицій. Основна ідея полягає у тому, що амість масового маркетингу засосовується гіперперсоналізований підхід на основі поведінкових патернів, уподобань та історії взаємодії клієнта з брендом.У якості інструмента застосовуються великі дані (Big Data) і AI-аналітика для створення персоналізованих пропозицій, передбачувальна аналітика (Predictive Analytics) для прогнозування майбутніх потреб споживача, маркетингові боти та AI-консьєржі, які аналізують інтереси клієнта в реальному часі.Нейрофорсайт і персоналізований маркетинг – це інструменти стратегічного маркетингу, які дають змогу краще прогнозувати ринкові зміни. Нейрофорсайт і персоналізований маркетинг – це два ключові компоненти маркетингу майбутнього, які дозволяють створювати більш точні, адаптивні та інноваційні стратегії. Їх синергія дозволяє не просто реагувати на ринок, а формувати нові споживчі тренди. У контексті форсайту вони стають інструментами передбачення та управління майбутнім.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФОРСАЙТ-МЕТОДІВ

Мехович К.С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний, м. Харків

У контексті високої динаміки соціально-економічного розвитку та технологічної еволюції зростає потреба в інструментах довгострокового прогнозування. Форсайт-методи стали ефективним засобом стратегічного планування, що дозволяє передбачати можливі сценарії майбутнього, виявляти ризики та формувати адаптивні управлінські рішення. Метою даної доповіді є дослідження ефективності форсайт-методів як інструменту прогнозування. Форсайт (англ. foresight) – це система методів і підходів, що дозволяють виявити майбутні тенденції розвитку науки, технологій, економіки та суспільства. Форсайт не є просто прогнозом – це активний процес взаємодії експертів, бізнесу та суспільства з метою формування бажаного майбутнього.

Основні форсайт-методи: дельфі-метод – багатоетапне опитування експертів для досягнення консенсусу; SWOT-аналіз – оцінка сильних і слабких сторін, можливостей і загроз; аналіз трендів і сигналів – виявлення слабких сигналів змін; сценарне моделювання - розробка кількох можливих сценаріїв майбутнього; метод морфологічного аналізу - вивчення взаємозв'язків між ключовими параметрами майбутнього; метод «зворотного прогнозування» (backcasting) - починається з бажаного майбутнього, формує шляхи його досягнення.

Критерії ефективності форсайт-методів: точність – відповідність прогнозу подальшій реальності, гнучкість – здатність адаптуватися, інклюзивність – залучення кола стейкхолдерів, релевантність – відповідність стратегічним цілям організації, інноваційність – здатність виявляти нетрадиційні підходи.

Практичне застосування форсайту: державне управління – прогнозування розвитку освіти, енергетики, науки, бізнес – стратегічне планування, розробка нових продуктів наука і технології – оцінка перспектив інноваційних напрямів. Форсайт-методи демонструють високу ефективність при стратегічному плануванні у складних і швидкозмінних умовах. Їх успішне застосування залежить від правильної організації процесу, залучення фахівців різних галузей та адаптації до конкретного контексту. Форсайт стає не лише інструментом прогнозування, а й платформою для формування нових стратегічних ідей та соціального діалогу.

Література:

1. Кулаєць М.М. Удосконалення інноваційної підприємницької діяльності/ М.М. Кулаєць, М.Ф. Бабієнко, П.А. Лайко, П.М. Музика, О.Д. Витвицька, Є.А. Бузовський, В.А. Скрипниченко, М.М. Лучник// Економіка АПК. 2009. №5. С.76-87

2. Витвицька О. Д. Формування стратегії інноваційного розвитку аграрних підприємств. Економіка АПК. 2011. С.132-138

3. Кваша С. М. Механізм підтримки сільськогосподарського виробництва та шляхи його удосконалення : моногр. / С.М. Кваша, 216 О. Д. Витвицька, К. В. Наконечна. – К.: ННЦ ІАЕ, 2009. – 200 с.

4. Лайко П. А. Фактори підвищення рівня продовольчої безпеки / П. А. Лайко, М. Ф. Бабієнко, Т. Д. Іщенко // Економіка АПК. – 2006. – № 8. – С. 20–28.

ТЕОРЕТИЧНІ ПІДХОДИ ДО ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНИХ НАСЛІДКІВ ВПЛИВУ ПРОЦЕСІВ ДІДЖИТАЛІЗАЦІЇ НА ТРАНСФОРМАЦІЮ ВИРОБНИЧОГО ПОТЕНЦІАЛУ ПІДПРИЄМСТВ ІННОВАЦІЙНОГО КЛАСТЕРУ

Мехович С.А. Кузьминський К.М.
Національний технічний унверситет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У науковій літературі існує кілька ключових підходів до аналізу економічних наслідків впливу діджиталізації на виробничий потенціал підприємств. Вони базуються на таких теоретичних засадах.

1.Системний підхід - розглядає підприємство як сукупність взаємопов'язаних елементів (людські ресурси, технології, організаційна структура, виробнича інфраструктура). Діджиталізація впливає на кожен з цих компонентів, змінюючи загальну продуктивність системи.

2.Інституційний підхід - акцентує увагу на трансформації норм, правил та форм взаємодії між учасниками інноваційного кластеру в умовах діджиталізації. Виробничий потенціал трактується як результат взаємодії між підприємствами, державними структурами, науковими установами.

3.Ресурсно-компетентнісний підхід - визначає виробничий потенціал як сукупність матеріальних, людських та інтелектуальних ресурсів, а діджиталізація розглядається як фактор, що підвищує ефективність використання цих ресурсів через автоматизацію, аналітику даних, штучний інтелект.

4.Еволюційно-інноваційний підхід - враховує динамічний характер змін, спричинених цифровими технологіями, де інновації стають каталізатором розвитку виробничих потужностей.

Новизна теоретичних підходів, що пропонуються, полягає у комплексному аналізі взаємозв'язків. У науковій літературі діджиталізацію розглядають здебільшого через призму технологічного оновлення та трансформації бізнес-процесів. У нашому підході вона розглядається як системний чинник трансформації виробничого потенціалу, що охоплює технічну модернізацію, організаційно-управлінські зміни, людський капітал, зміну структури витрат та моделей створення доданої вартості і, головне, зосереджує фокус на кластерній моделі. Аналіз економічних наслідків діджиталізації у середовищі інноваційного кластеру, де підприємства мають горизонтальні й вертикальні зв'язки - це ще недостатньо досліджений аспект. Кластери мають синергію, і ефект діджиталізації тут може бути мультиплікативним. Теоретичні підходи до визначення економічних наслідків впливу процесів діджиталізації на трансформацію виробничого потенціалу виробничого кластеру фокусуються на формуванні нових теоретико-методологічних підходів, що пропогуються, включають форсайт-методи, використання штучного інтелекту, цифрових KPI, та моделей прогнозування ефективності трансформацій на основі Big Data-те, що раніше не входило у традиційні економічні теорії виробництва.

ЦИФРОВІ ПЛАТФОРМИ – НОВИЙ ІНСТРУМЕНТ ЕКОНОМІЧНОЇ ДИПЛОМАТІЇ У ЗЕД

Мехович С.А., Лаушкін А.М., Пихтіна А.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Перехід до цифрових форматів у міжнародних відносинах дозволяє взаємодіяти в режимі реального часу і в набагато більших масштабах. Таку колаборацію дозволяють робити цифрові платформи, які не мають меж ні географічних ні політичних кордонів. Завдяки цим процесам спостерігається трансформація традиційної культурної дипломатії в цифрову культурну дипломатію. Основні цифрові інструменти культурної дипломатії включають соціальні медіа, віртуальні культурні події та онлайн цифрові платформи. Цифрова культурна дипломатія сприяє покращенню двосторонніх відносин, підтримки торгівлі й туризму, сприяє освітнім і культурним обмінам, а також протидії дезінформації в умовах гібридних воєн. До ключових викликів цифрової культурної дипломатії слід віднести поширення дезінформації, проблеми цензури та обмеження доступу до цифрових платформ у деяких країнах. Потребують свого вирішення питання складності вимірювання ефективності цифрових дипломатичних ініціатив. Цифрова дипломатія та цифрові платформи стали не лише бізнес-інструментом, а й частиною геоекономічної стратегії. Певний інтерес для бізнесу представляють цифрові екосистеми, що забезпечують взаємодію. Екосистема B2B (Business-to-Business) сприяє продажу/закупівлі товарів, послуг, укладанню контрактів між підприємствами. Екосистема B2G (Business-to-Government) забезпечує взаємодію між бізнесом та державними структурами, а саме, участь у тендерах, контрактах, держзакупівлях. Ось як виглядає суть цифрових екосистем, які забезпечують взаємодію B2B і B2G (рис.1). Цифрові екосистеми B2B створюють віртуальне середовище, в якому компанії можуть шукати партнерів, продавати або закуповувати товари/послуги, укладати контракти, автоматизувати логістику, документообіг, взаєморозрахунки. Функціонал B2B-екосистем включає електронний каталог продукції, системи CRM і ERP для обліку, автоматизований документообіг (e-docs, e-invoice), смарт-контракти (на базі blockchain), інтеграцію з фінансовими та логістичними сервісами. Цифрові B2G-екосистеми забезпечують прозору і структуровану взаємодію підприємств із державними органами. У функції B2G-екосистемвходять: подання тендерних заявок онлайн; електронний документообіг (електронні рахунки, податкові звіти); автоматична верифікація документів; API для інтеграції з бухгалтерськими/ управлінськими системами; відкриті реєстри та аналітика. Такі платформи є цифровим майданчиком для комерційної та дипломатичної взаємодії, в т.ч. через механізми економічної інтеграції, презентації потенціалу, електронних перемовин тощо.



Рис.1.Суть цифрових екосистем

ЕКОНОМІЧНІ ЕЛЕМЕНТИ БРЕНД-ПОЛІТИКИ УНІВЕРСИТЕТУ

Мирошник Т.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасному освітньому середовищі університети змушені конкурувати не лише за студентів, а й за фінансування, наукові гранти та міжнародне визнання. Одним із ключових інструментів підвищення привабливості та ефективності закладу є бренд-політика. Її економічні елементи формують фінансову стійкість і сприяють стратегічному розвитку вищого навчального закладу. Бренд-політика університету – це система стратегічних і тактичних заходів, спрямованих на створення, розвиток та підтримку позитивного іміджу навчального закладу, що сприяє підвищенню його вартості як освітнього продукту на внутрішньому та зовнішньому ринку. Економічні елементи бренд-політики. 1. Цінність бренду: формується на основі репутації, якості освіти, наукових досягнень, випускників. Вища цінність бренду дозволяє залучати більше абітурієнтів, партнерів і інвесторів. 2. Маркетингові інвестиції: університети інвестують у комунікаційні кампанії, рекламу, цифровий маркетинг, участь у виставках та освітніх рейтингах. Це підвищує впізнаваність та імідж, а отже, й попит. 3. Диверсифікація доходів: сильний бренд дозволяє університету отримувати доходи з різних джерел: контрактне навчання, спонсорські проєкти, міжнародні програми, ендаумент-фонди. 4. Ціноутворення: університети з високим брендом можуть встановлювати вищу плату за навчання, оскільки пропонують додаткову нематеріальну цінність – статус, можливості працевлаштування, міжнародну мобільність. 5. Конкурентні переваги: завдяки бренд-політиці університет легше залучає висококваліфікованих викладачів, науковців і студентів, що у свою чергу впливає на фінансові показники та стабільність. 6. Інноваційні продукти та послуги: бренд сприяє комерціалізації знань через наукові дослідження, стартапи, освітні курси, онлайн-платформи тощо. Бренд-політика університету має важливу економічну складову, яка безпосередньо впливає на його фінансову стійкість, інноваційну активність та конкурентоспроможність. Формування сильного бренду є довгостроковою інвестицією, що забезпечує стабільний розвиток вищої освіти в умовах глобалізації та цифровізації.

Література:

1. Перерва, П.Г. Інноваційні технології реструктуризації промислового підприємства. Маркетинг інновацій і інновації у маркетингу: збірник тез доповідей VIII Міжнар. науково-практ. конф., 25-26 вересня 2014 р. Суми: ТОВ "ДД "Папірус", 2014. С. 119-121.

2. Кваша С. М. Механізм підтримки сільськогосподарського виробництва та шляхи його удосконалення : моногр. / С.М. Кваша, О.Д.Витвицька, К.В.Наконечна. К.: ННЦ ІАЕ, 2009. 200 с.

3. Лайко П. А. Фактори підвищення рівня продовольчої безпеки / П. А. Лайко, М. Ф. Бабієнко, Т. Д. Іщенко // Економіка АПК. – 2006. – № 8. – С. 20–28

4. Витвицька О. Реалізація мотивацій підприємницької діяльності (вітчизняний та зарубіжний досвід). Регіональна економіка. 2000. №1. С.127-132

5. Витвицька О.Д., Даценко М.С., Даценко С.М., Розвиток ринку сільськогосподарської техніки. Економіка АПК. 2010, №10. С. 103–108.

ПРОЄКТНІ КОМАНДИ В УМОВАХ ДІДЖИТАЛІЗАЦІЇ

Митрофанова А.С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Внаслідок розвитку інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) відбувається поглиблення діджиталізації та віртуалізації виробництва і управління, в тому числі управління проєктами у таких сферах, як ІКТ, торгівля, фінанси, консалтинг, маркетинг, зв'язки із громадськістю, освіта, охорона здоров'я тощо. Це безпосередньо впливає і на роботу команди проєкту.

Так, витрати на управління командою проєкту у віртуальному середовищі знижуються: зокрема, на оренду приміщення та організацію робочого місця, комунальні послуги, організацію нарад, соціально-побутове забезпечення тощо. Ці видатки перекладаються на членів команди. Відбувається економія робочого часу на перехід між приміщеннями та засобами праці. Діджиталізація створює нові можливості, такі як гнучкий графік, свобода пересування та вільний вибір місця проживання.

Водночас доступ до цілодобової комунікації зі співробітниками через комунікаційні платформи створює ілюзію доступності їхньої робочої сили 24/7, що не відповідає дійсності. Тобто робочий день стає фактично ненормованим, що призводить до зростання нервової напруги робітників. Межі між робочим часом та дозвіллям, робочим тижнем та вихідними днями майже нівелюються, що справляє негативний вплив на психологічний стан та комфорт окремого співробітника та команди в цілому. Менеджери можуть зловживати подібною комунікаційною доступністю членів команди, від чого страждає оперативне та тактичне планування; завдання ставляться для виконання «на вчора», або без зрозумілих дедлайнів. Крім того, у робітників з'являється більше можливостей для прокрастинації, опортуністичної поведінки на противагу лояльності та відданості цінностям команди та організації. Дійсно, певні дослідження [1] показують негативний вплив віртуалізації на ефективність роботи команди, особливо якщо вона створена для реалізації короткострокових проєктів. Також було виявлено нові виклики, пов'язані з віртуалізацією команд: проблеми з адаптацією, бар'єри у віртуальному середовищі, структурні виклики, нові командні ролі, такі як «менеджер змін», «директор з питань щастя» тощо [2].Тобто, як і будь-який складний феномен, ІКТ справляють неоднозначний вплив на функціонування віртуальних команд – як позитивний так і негативний, створюючи нові виклики для проєктного менеджера.

Література:

1. Antoni C. Virtual Teams and Digital Collaboration. *Oxford Research Encyclopedia of Psychology.* 2023. URL: https://oxfordre.com/psychology/view/10.1093/acrefore/9780190236557.001.0001/acrefore-9780190236557-e-881 (дата звернення: 15.04.2025).

2. Davor Vuchkovski, Maja Zalaznik, Maciej Mitręga, Gregor Pfajfar. A look at the future of work: The digital transformation of teams from conventional to virtual. *Journal of Business Research.* 2023. Volume 163. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2023.113912 (дата звернення: 15.04.2025).

СТИМУЛЮВАННЯ ЗБУТУ: СУЧАСНІ ПІДХОДИ ТА ІНСТРУМЕНТИ

Мірошник М.В., Волощак С.С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Стимулювання збуту є важливою складовою маркетингової діяльності підприємства, яка спрямована на тимчасове або довготривале підвищення продажів, формування лояльності споживачів та збільшення конкурентоспроможності компанії. В умовах глобалізації, зростаючої конкуренції та швидкої зміни споживчих переваг ефективні стратегії стимулювання збуту відіграють ключову роль у досягненні комерційного успіху.

Залежно від цільової аудиторії, методи стимулювання збуту можна поділити на:

1. Стимулювання кінцевих споживачів (B2C): фінансові стимули: знижки, купони, програми кешбеку, спеціальні пропозиції («1+1=3»); нефінансові стимули: подарунки за покупку, розіграші, участь у програмі лояльності; гейміфікація: використання ігрових механік для залучення споживачів (бали, рівні, бейджі).

2. Стимулювання партнерів і посередників (B2B): спеціальні умови співпраці: ексклюзивні ціни для дистриб'юторів; бонуси та премії: фінансові винагороди для партнерів за обсяг продажів; навчальні програми: тренінги, семінари для партнерів з метою підвищення їхньої ефективності.

Сучасний маркетинг активно інтегрує цифрові технології у стратегії стимулювання збуту:

– персоналізація: використання штучного інтелекту для створення індивідуальних пропозицій;

– Big Data та аналітика: аналіз споживчої поведінки для прогнозування попиту;

– інфлюенсер-маркетинг: залучення лідерів думок до просування продуктів;

– гейміфікація: використання ігрових механік у програмі лояльності;

– мобільні додатки та чат-боти: автоматизовані програми для персоналізованих акцій.

Сучасний ринок вимагає поєднання традиційних методів стимулювання з цифровими технологіями, персоналізованими підходами та аналітикою даних. Таким чином, успішне використання стимулювання збуту забезпечить стабільне зростання компанії та зміцнення її конкурентних позицій.

Література:

1. Попова Н. В. Маркетингові комунікації : підручник / Н. В. Попова, А. В. Катаєв, Л. В. Базалієва, О. І. Кононов, Т. А. Муха. Харків: «Факт», 2020. 315 с.

2. Мірошник М. В. Роль стимулювання збуту у структурі просування . XIV *International scientific and practical conference*, March 13-15, 2024. Copenhagen, Denmark : International Scientific Unity, 2024. С. 81–83.

ВИКЛИКИ МАРКЕТИНГОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Мірошник М.В., Коваль М.М., Ситник О.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сучасний ринок характеризується швидкими змінами, що ускладнює стратегічне планування. Споживчі уподобання змінюються під впливом нових технологій, соціальних трендів та економічної ситуації. Компаніям доводиться постійно оновлювати свої маркетингові стратегії, щоб залишатися конкурентоспроможними. Розвиток цифрових технологій змінює традиційні підходи до маркетингу. Інтернет-маркетинг, штучний інтелект, аналітика великих даних (Big Data) та автоматизація процесів відкривають нові можливості. Сучасний споживач очікує індивідуального підходу, персоналізованих пропозицій та бездоганного обслуговування.

Суспільство стає все більш чутливим до питань етики та соціальної відповідальності. Споживачі очікують від брендів прозорості, дотримання екологічних стандартів, чесної реклами та соціально відповідальних ініціатив. Основні виклики в цій сфері:

– необхідність впровадження екологічно безпечних технологій;

– уникнення маніпулятивних маркетингових стратегій;

– формування довіри споживачів через реальні, а не фейкові соціальні ініціативи.

Із зростанням цифрових технологій питання захисту персональних даних стає дедалі актуальнішим. Основні проблеми для маркетологів: впровадження нових підходів до збору та аналізу даних без порушення закону; необхідність дотримання стандартів конфіденційності, що може ускладнити таргетинг реклами.

Розвиток глобальних ринків відкриває нові можливості для компаній, але також створює додаткові виклики:

– адаптація маркетингових стратегій до різних культурних особливостей;

– конкуренція з міжнародними корпораціями, які мають більші бюджети та ресурси;

– вплив геополітичних та економічних факторів на маркетингову діяльність.

Маркетингова діяльність сьогодні стикається з численними викликами, які вимагають від компаній швидкої адаптації, інноваційного мислення та стратегічного підходу. Технологічний розвиток, зміни у поведінці споживачів та зростання соціальної відповідальності змушують маркетологів шукати нові шляхи ефективної комунікації зі споживачами.

Література:

1.Войтович Н., Терещук О. Особливості маркетингової стратегії в умовах цифрової трансформації. *Соціальна економіка*. 2021. № 62. С. 122–129.

2.Маркетинг: навч. посіб. / Н. Іванечко, Т. Борисова, Ю. Процишин; за ред. Н. Р. Іванечко. Тернопіль : ЗУНУ, 2021. 180 с.

РЕГІОНАЛЬНІ ОСОБЛИВОСТІ ФІСКАЛЬНОГО ПОТЕНЦІАЛУ УКРАЇНИ

Мітченко К.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Фіскальний потенціал України характеризується суттєвими регіональними відмінностями, що зумовлені нерівномірністю економічного розвитку, соціально-демографічними факторами та особливостями структури економіки регіонів. Західні регіони України традиційно демонструють нижчий рівень фіскального потенціалу порівняно зі східними та центральними областями. Водночас, індустріальні регіони Сходу та Півдня України, завдяки розвиненій промисловості та наявності потужних платників податків, забезпечують левову частку податкових надходжень до державного бюджету. Аграрні регіони Центральної та Північної України володіють значним потенціалом у сфері оподаткування сільськогосподарського виробництва та земельних ресурсів, який на сьогодні реалізований не повною мірою. Міста-мільйонники, такі як Київ, Харків, Одеса, Дніпро та Львів, відіграють роль основних центрів формування фіскального потенціалу країни, що обумовлено високою концентрацією бізнес-активності та значною щільністю населення. Прикордонні регіони України мають специфічні умови формування фіскального потенціалу, пов'язані з можливостями транскордонного співробітництва та особливостями митного регулювання. Депресивні регіони, зокрема Чернігівська, Сумська та Кіровоградська області, потребують особливої уваги з точки зору зміцнення їх фіскальної спроможності та створення умов для економічного зростання. Тимчасова окупація частини території Донецької, Луганської , Запорізька , Харківської, Херсонської областей, а також АР Крим, створює додаткові виклики для фіскальної системи України через неможливість адмініструвати податки на цих територіях. Війна кидає серйозні виклики фіскальному потенціалу регіонів України, руйнуючи інфраструктуру та призводячи до значних людських і матеріальних втрат. Окупація частини територій та бойові дії на сході країни унеможливлюють повноцінне функціонування податкової системи в цих регіонах, що негативно позначається на надходженнях до державного та місцевих бюджетів. Руйнування промислових об'єктів, транспортної інфраструктури та житлового фонду в зоні конфлікту вимагає значних фінансових ресурсів для відновлення, що лягає додатковим тягарем на бюджети різних рівнів. Міграція населення з регіонів, охоплених війною, призводить до зменшення кількості платників податків та звуження податкової бази. Економічна нестабільність, спричинена війною, зумовлює зниження ділової активності, скорочення виробництва, що призводить до зменшення податкових надходжень від підприємств та фізичних осіб. Необхідність збільшення видатків на оборону та безпеку в умовах війни обмежує можливості для фінансування інших сфер, таких як освіта, охорона здоров'я та соціальний захист, що може погіршувати якість життя населення та стримувати економічний розвиток регіонів. Руйнування соціальної інфраструктури, зокрема лікарень, шкіл та закладів соціального забезпечення, вимагає додаткових бюджетних ресурсів для їх відновлення та модернізації.

МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ КОНЦЕПЦІЇ БІХЕВІОРИСТИЧНИХ ФІНАНСІВ У БАНКІВСЬКОМУ СЕКТОРІ

Міщенко В.А., Чапайло В.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут, м. Харків

Серед нових напрямів наукових досліджень фінансової науки в розвинутих країнах, де передбачається міждисциплінарний діалог між фінансистами, соціологами та психологами, є біхевіористичні фінанси (behavioral finance). В середині минулого століття з'явилися перші праці з цієї проблематики, а уже в 2002 році Канеман Д та Сміт В. за дослідження особливостей поведінки індивідів у процесі прийняття економічних рішень в умовах невизначеності одержали Нобелівську премію з економіки. Один із постулатів цієї теорії стверджує, що індивіди відносяться більш чутливо до втрат, ніж до виграшів. Це свідчить про те, що для економічних суб'єктів важливішим є уникнення збитків, ніж отримання прибутків. Саме тому господарюючі суб'єкти спрямовують більше енергії та інвестицій з метою недопущення збитків, чим отримання прибутків.

Терещенко О.О. розкриває зміст біхевіористичних фінансів через їх дефініцію, яка характеризує напрям фінансів, який досліджує вплив інформації на поведінку учасників ринку капіталів за різних рамкових умов із метою прогнозування поведінки учасників фінансових відносин та управління нею. Це свідчить про те, що біхевіористичні фінанси зосереджені на дослідженні поведінки учасників ринку капіталів. [1]. Оскільки вартість активів на ринку в значній мірі є результатом фінансово-господарської діяльності окремих компаній, то, на думку автора, закономірності, характерні для поведінки учасників ринку капіталів, значною мірою можна використати і для вивчення фінансових відносин на рівні підприємств. Зокрема, це відноситься до таких закономірностей як: 1) зайва самовпевненість та ілюзія управління ситуацією; 2) переоцінка можливостей свого впливу на майбутню ситуацію; 3) евристичні помилки та небажання їх визнавати; 4) ефект стадної поведінки (небажання брати відповідальність на себе й приймати самостійні рішення); 5) когнітивний дисонанс (недооцінка важливої інформації через зацикленість на існуючих поточних прогнозах); 6) недооцінка можливостей конкурентів. З урахуванням перелічених особливостей автор вважає доцільним виокремити біхевіористичні корпоративні фінанси в окремий підрозділ фінансів, який вивчає процеси прийняття фінансових рішень на корпоративному рівні з урахуванням психологічних і ментальних особливостей учасників фінансових відносин. На наш погляд, бачення автора можливого перенесення біхевіорістичних фінансів на терени корпоративного управління можна перенести і в банківську сферу. Тим більше, що банки працюють на фінансовому ринку й стикаються з тими проблемами поведінкового характеру та функціонують в умовах систематичних внутрішньо-ринкових ризиків і не систематичних або зовнішніх ризиків по відношенню до фінансового ринку.

Література:

1. Терещенко О.О. Контролінг поведінки в концепції біхевіорістичних фінансів. Теорія і історія фінансів. "Фінанси України", 10'2011.

НЕЙРОТЕХНОЛОГІЇ ЯК ІНСТРУМЕНТ ТРАНСФОРМАЦІЇ СУЧАСНОГО МАРКЕТИНГУ

Момотков І.С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасному світі, що характеризується надзвичайно високим рівнем конкуренції та інформаційним перенасиченням, маркетологи стикаються з безпрецедентними викликами щодо залучення та утримання уваги споживачів. Традиційні маркетингові підходи, що базуються на інтуїції та статистичних даних, поступово втрачають свою ефективність. Саме в цьому контексті нейротехнології постають як революційний інструмент, здатний трансформувати наше розуміння споживчої поведінки та механізмів прийняття рішень. Актуальність вивчення нейротехнологій у маркетингу зумовлена низкою фундаментальних факторів. Зокрема, сучасні дослідження в галузі нейронаук переконливо демонструють, що понад 95% споживчих рішень приймаються на підсвідомому рівні [1]. Традиційні маркетингові дослідження, що спираються на опитування та фокус-групи, неспроможні виявити ці приховані нейробіологічні процеси, які фактично визначають поведінку споживачів. По-друге, стрімкий розвиток технологій нейровізуалізації та біометричних досліджень (ЕЕГ, fMRI, айтрекінг, вимірювання електродермальної активності) відкриває безпрецедентні можливості для об'єктивного вивчення реакцій споживачів на маркетингові стимули, що дозволяє вийти за межі декларативних відповідей респондентів і дослідити справжні нейрофізіологічні основи споживчого вибору [2]. Також слід зауважити, що в умовах глобалізації та діджиталізації економіки впровадження нейромаркетингових підходів стає критичним фактором конкурентоспроможності. Компанії, що інтегрують нейротехнології у свої маркетингові стратегії, отримують суттєві переваги в ефективності комунікацій, дизайні продуктів та сервісу, побудові брендингу та ціноутворенні. Нейротехнології відкривають шлях до персоналізованого маркетингу нового покоління. Аналіз нейропсихологічних профілів споживачів дозволяє створювати таргетовані пропозиції, що резонують з глибинними мотивами та потребами конкретних сегментів аудиторії. У контексті розвитку штучного інтелекту та аналітики великих даних це створює підґрунтя для принципово нових підходів до сегментації ринку та позиціонування, що робить дослідження нейромаркетингу актуальним не лише з практичної, але й з соціально-філософської точки зору.

Література:

1. Ariely D., Berns G. S. Neuromarketing: the hope and hype of neuroimaging in business. Nature Reviews Neuroscience. 2023. Vol. 14, № 4. P. 284-292.
2. Genco S., Pohlmann A., Steidl P. Neuromarketing For Dummies. Hoboken : John Wiley & Sons, 2021. 408 p.

МАРКЕТИНГ В СИСТЕМІ АНТИКРИЗОВОГО УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВОМ

Морохова В.О., Бойко О.В.
Луцький національний технічний університет, м. Луцьк

В роботі розглянуто основні функції і стратегії маркетингу в системі антикризового управління підприємством. Сучасна економічна ситуація, висока конкуренція та нестабільність ринкового середовища зумовлюють потребу у швидкому реагуванні підприємств на кризові явища. У таких умовах антикризове управління стає не лише інструментом виживання, але й запорукою подальшого розвитку. Особливу роль у цій системі відіграє маркетинг як стратегічний, так і оперативний інструмент адаптації підприємства до зовнішніх і внутрішніх змін. Він виконує функцію «комунікатора» між підприємством та ринком, що дозволяє гнучко реагувати на зміни в попиті, поведінці споживачів і діях конкурентів.

До ключових функцій маркетингу в антикризовому управлінні дослідники відносять [1]: моніторинг ринку (своєчасне виявлення змін у ринковій кон'юнктурі, прогнозування попиту та поведінки споживачів); управління брендом (збереження довіри до бренду навіть за умов скорочення витрат); адаптацію продукту (швидку зміну характеристик товару чи послуги відповідно до нових потреб ринку); цінову політика (оптимізацію цін з урахуванням платоспроможності клієнтів); комунікації (забезпечення прозорого інформування клієнтів, партнерів, співробітників).

В умовах кризи маркетингова стратегія має бути мобільною, адаптивною та економічно обґрунтованою [2]. В цьому контексті можна виділити кілька основних стратегій: стратегія виживання (мінімізація витрат на маркетинг, фокус на ключові продукти та ринки), реструктуризація портфеля (концентрація на найбільш прибуткових напрямах), цифровізація (активне використання цифрових каналів маркетингу – SMM, SEO, email-маркетинг), альянси та партнерства (об'єднання зусиль з іншими компаніями для розширення каналів збуту та просування).

Таким чином, маркетинг – це не просто функціональний елемент бізнесу, а стратегічний інструмент антикризового управління. Він забезпечує адаптацію підприємства до змін, підтримку зв'язку зі споживачами та формування нових можливостей розвитку. Успішна антикризова стратегія повинна включати маркетинговий компонент як обов'язковий елемент стабілізаційного та відновлювального плану.

Література:

1. Багорка М. О., Кадирус І. Г., Юрченко Н. І. Місце маркетингових заходів у системі антикризового управління. *Проблеми системного підходу в економіці.* 2021. Випуск № 4 (84). С. 89–96.

2. Голуб В. В. Важливість антикризового управління під час формування маркетингової стратегії в підприємницькій діяльності. *Економіка, управління та адміністрування*. 2024. № 4 (110). С. 72–77.

ОСОБЛИВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОГРАМИ ЕРАЗМУС+

Нагі С.[1], Перерва П.Г.[2],
[1]***Мішкольцський університет, м. Мішкольц***
[2]***Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків***

Програма Erasmus+ – це провідна ініціатива Європейського Союзу, спрямована на підтримку освіти, молоді та спорту. Вона відкриває широкі можливості для академічної мобільності, співпраці між університетами, підвищення якості освіти та розвитку європейських цінностей. Для українських закладів вищої освіти участь у програмі є стратегічним ресурсом для інтеграції у європейський освітній простір. Основні напрями програми: міжнародна академічна мобільність студентів, викладачів, науковців. Механізми реалізації програми: кредитна мобільність: короткострокове навчання студентів за кордоном з академічним визнанням; спільні магістерські програми (Erasmus Mundus); проєкти співпраці (КА2): розробка інноваційних освітніх курсів, підручників, методик; Жан Моне: підтримка викладання європейської інтеграції; мережі університетів та інституцій: наприклад, Alliances for Innovation. Участь України у програмі Еразмус+: з 2014 року Україна є країною-партнером програми; ВНЗ заклади України активно залучені до мобільності та проєктів КА2; підтримка академічної доброчесності, модернізації освітнього менеджменту; збільшення можливостей для навчання українських студентів за кордоном навіть в умовах війни. Особливості впровадження в українських ЗВО: необхідність дотримання стандартів якості освіти; мовна підготовка учасників; розробка механізмів перезарахування навчальних кредитів; адміністративна спроможність координаторів проєктів; забезпечення прозорості конкурсного відбору. Виклики: інституційна бюрократія; недостатня інформованість студентів; військові дії, що обмежують мобільність. Перспективи: розвиток цифрових форм мобільності; розширення міжнародної співпраці; інтеграція до вищої освіти ЄС. Програма Erasmus+ є важливим інструментом європейської інтеграції української освіти. Її ефективна реалізація сприяє підвищенню якості освіти, розвитку людського капіталу та укріпленню міжкультурного діалогу.

Література:

1. Скрипниченко В.А. Інноваційні аспекти виробництва біопалива на Україні: стан, проблеми, перспективи // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2009. С. 175-180.

2. Перерва, П.Г. Інноваційні технології реструктуризації промислового підприємства. Маркетинг інновацій і інновації у маркетингу: збірник тез доповідей VIII Міжнар. науково-практ. конф., 25-26 вересня 2014 р. Суми: ТОВ "ДД "Папірус", 2014. С. 119-121.

3. Кулаєць М.М., Бабієнко М.Ф., Лайко П.А., Витвицька О.Д. Інноваційна діяльність в аграрній сфері // *Економіка АПК*. 2011. № 2. С. 100-107.

4. Витвицька О. Д., Демешкант Н. А. Особливості інноваційного розвитку економіки і завдання аграрної науки та освіти. Агросвіт № 9, 2015. С. 3-7.

5. Витвицька О.Д. Концептуальні підходи до дослідження механізму інноваційно-інвестиційного розвитку зерновиробництва // Агроінком. 2013. №10-12. С.10-14.

РОЛЬ КОНТРОЛЮ РОЗРАХУНКІВ З ПОСТАЧАЛЬНИКАМИ В УПРАВЛІННІ ПІДПРИЄМСТВОМ

Назарько Ю.А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Контроль стану розрахунків з постачальниками є важливою складовою фінансового управління підприємством, оскільки саме від ефективності розрахункових операцій залежить стабільність постачання ресурсів, фінансова дисципліна та ділова репутація організації [1]. Динаміка кредиторської заборгованості підприємств України у 2020–2024 роках наведена у таблиці 1.

Таблиця 1 – Динаміка кредиторської заборгованості підприємств України (2020–2024)

Рік	Зміна загальної заборгованості	Коментар
2020	+12%	Пандемія COVID-19 спричинила затримки оплат
2021	+8%	Повільне відновлення після карантинних обмежень
2022	+25%	Різке зростання через початок повномасштабної війни
2023	+7%	Часткова адаптація бізнесу до нових умов
2024*	–3%	Тенденція до покращення завдяки підтримці бізнесу

*Дані за 2024 рік – за перше півріччя. Джерело: Держстат, аналітичні звіти Мінекономіки

Метою контролю є забезпечення повноти, точності та своєчасності виконання зобов'язань перед постачальниками. Об'єктами контролю виступають договори поставки, первинна бухгалтерська документація (рахунки, накладні, акти), а також внутрішня звітність про стан взаєморозрахунків. Основними методами контролю є документальна перевірка відповідності даних у фінансових документах, інвентаризація розрахунків з постачальниками, а також аналіз динаміки та структури заборгованості.

Неефективний контроль за розрахунками призводить до порушень фінансової дисципліни, перебоїв у постачанні та негативного впливу на операційну діяльність підприємства. Для покращення ситуації доцільно впроваджувати автоматизовані системи обліку, встановлювати чіткі строки оплати, регулярно проводити звірки з контрагентами та оновлювати інформацію про стан розрахунків. Таким чином, системний та своєчасний контроль за розрахунками з постачальниками дозволяє уникнути ризиків, зміцнити партнерські відносини та забезпечити фінансову стабільність підприємства.

Література:

1. Horngren, C. T., Sundem, G. L., & Stratton, W. O. (2021). Introduction to Management Accounting. 17th ed. Pearson Education.

ЕМОЦІЙНИЙ МЕРЧАНДАЙЗИНГ: ЯК ОФОРМЛЕННЯ МАГАЗИНУ ВИКЛИКАЄ БАЖАННЯ КУПИТИ

Натха Д.С., Літвиненко М.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасному ритейлі емоційний мерчандайзинг стає важливим інструментом для стимулювання продажів та формування лояльності до бренду. Оформлення магазинів, використання кольору, освітлення, запахів і музики дозволяє створити необхідну атмосферу, яка безпосередньо впливає на рішення покупця. Цей підхід набуває популярності в умовах високої конкуренції та швидких змін на ринку споживчих товарів.

Метою дослідження є вивчення ролі емоційного мерчандайзингу у стимулюванні бажання покупки, а також визначення ефективних методів оформлення магазину для впливу на споживачів. [1,2]

Дослідження показало, що ключовими елементами емоційного мерчандайзингу є кольорове оформлення магазинів, використання запахів та музики, які формують емоційний стан покупця та стимулюють його бажання придбати товар. [3,4] Наприклад, теплі кольори та м'яке освітлення створюють атмосферу затишку, а специфічні аромати активують позитивні емоції, що підвищує ймовірність покупки. Музика, залежно від її темпу та стилю, може як сповільнити процес покупки, так і прискорити його, спонукаючи до негайного вибору товару. [3,5]

Таким чином, емоційний мерчандайзинг є важливим інструментом, який дозволяє брендам створювати глибший зв'язок зі споживачами, підвищуючи їх лояльність та задоволення від покупки. У подальших дослідженнях варто звернути увагу на більш детальне вивчення взаємодії між різними емоційними факторами та їх вплив на поведінку покупця в умовах різних культурних контекстів.

Література:

1. Мазаракі А.А., Ільченко Н.Б. Мерчандайзинг: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. Київ: КНТЕУ, 2015. 292 с.

2. Менеджмент XXI століття: сучасні моделі, стратегії, технології. Вінниця: Центр підготовки наукових та навчально-методичних видань ВТЕІ КНТЕУ, 2018. 130с.

3. Мерчандайзинг ювелірних виробів. URL: https://pidru4niki.com/1836020261506/marketing/merchandayzing_yuvelirnih_virobiv

4. Викладка товарів в роздрібній торгівлі. URL: https://torgsoft.ua/articles/stati/vyikladka-tovarov-v-roznichnoj-torgovle/

5. Секрети успішного мерчандайзингу в ювелірній торгівлі. URL: https://diamant.ua/articles/sekrety-uspeshnogo-merchandajzinga-v-yuvelirnoj-torgovle/

АНАЛІЗ РОЗВИТКУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО СЕКТОРУ В КОНТЕКСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ

Негляд А. В.

Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна, м. Харків

В роботі проаналізовано стан та ключові тенденції розвитку енергетичного сектору України станом на 2024 рік в умовах повномасштабної російської агресії.

Поточний стан енергетичного сектору України у 2024 році характеризувався безпрецедентними викликами, спричиненими систематичними та цілеспрямованими атаками Російської Федерації на об'єкти критичної інфраструктури. Масштабні руйнування торкнулися передусім генеруючих потужностей, особливо теплової та гідроелектрогенерації, а також магістральних та розподільчих мереж. Це призвело до суттєвого дефіциту електроенергії в системі, вимушених масових відключень споживачів по всій країні та зростання залежності від імпорту електроенергії та стабільної роботи АЕС, які забезпечували близько 60% потреб країни в електроенергії протягом складного періоду. Окупація ЗАЕС продовжувала створювати значні ризики.

Ключовими тенденціями розвитку української енергетики у 2024 році стали: 1) Прискорення децентралізації генерації – активне впровадження розподілених джерел (протягом 2024 року було підключено 835 МВт нових об'єктів, сформувавши сумарну потужність до 967 МВт) для підвищення стійкості окремих енерговузлів. 2) Подальша інтеграція в ENTSO-E (система працює синхронно з європейською понад 1000 днів) та адаптація нормативної бази. 3) Переорієнтація на імпорт електроенергії з країн ЄС (збільшення технічної можливості імпорту до 2,1 ГВт) та обмеження експорту.

Державна політика у 2024 році була спрямована на підвищення стійкості енергосистеми та гарантування енергетичної безпеки. Ключові заходи: 1) Мобілізацію міжнародної технічної та фінансової допомоги (донори зобов'язалися надати понад 1 млрд євро до Фонду підтримки енергетики України, 36 країн надали гуманітарну допомогу, МАГАТЕ забезпечує моніторинг об'єктів) для закупівлі обладнання та проведення ремонтів. 2) Стимулювання будівництва розподіленої генерації (затверджено стратегію до 2035 р., запущено програми фінансування як «Доступні кредити 5-7-9 %» та «ГрінДім», розпочато фінансування проєктів на 8,3 млрд грн для ~430 МВт нових потужностей). 3) Продовження інтеграції з європейським енергетичним ринком ENTSO-E та гармонізацію законодавства, включаючи схвалення Національного плану з енергетики та клімату до 2030 року. Забезпечення енергетичної безпеки залишається критично важливим завданням для стійкості України та включає швидке відновлення, технологічну модернізацію та поглиблення міжнародної співпраці.

Література:

1. Міністерство енергетики України. Підсумки 2024 року. *Офіційний веб-сайт Міністерства енергетики України*. Опубліковано: 31.12.2024. URL: https://mev.gov.ua/novyna/pidsumky-2024-roku (дата звернення: 16.04.2025).

ІННОВАЦІЙНІ ДЕТЕРМІНАНТИ СОЦІАЛЬНОЇ ВІДПОВІДАЛЬНОСТІ

Нечепоренко Д.А., Проскурня О.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасному світі соціальна відповідальність (СВ) компаній перетворюється з додаткового інструменту PR на стратегічну складову бізнес-моделі. Інноваційність відіграє ключову роль у трансформації підходів до СВ. Сучасні інноваційні детермінанти дозволяють не лише відповідати на соціальні виклики, а й формувати нову якість взаємодії з суспільством, клієнтами та державою. Соціальна відповідальність бізнесу – це концепція, згідно з якою підприємства на добровільних засадах інтегрують соціальні, екологічні та етичні стандарти у свою операційну діяльність та взаємодію зі стейкхолдерами.

Інноваційні детермінанти соціальної відповідальності. 1. Технологічні інновації: використання екологічно чистих технологій, цифрові рішення для прозорості діяльності, автоматизація звітності в сфері ESG. 2. Інновації в комунікаціях: соціальні мережі як інструмент діалогу з громадськістю, Big Data для аналізу потреб громад і екологічних впливів, платформи краудфандингу та публічної участі. 3. Інноваційні бізнес-моделі: концепції "зеленої економіки" і "економіки спільного використання", соціальне підприємництво, моделі створення спільної цінності (Creating Shared Value). 4. Інновації в управлінні: інтеграція СВ у корпоративну стратегію, ESG-менеджмент і KPI відповідальності, етичне лідерство та корпоративна культура сталого розвитку. 5. Фінансові інновації: зелені облігації, соціальні інвестиційні фонди, інноваційні механізми звітності (GRI, Integrated Reporting), рейтингування за показниками сталого розвитку

Переваги інноваційного підходу: посилення репутації бренду, підвищення інвестиційної привабливості, розширення ринку за рахунок лояльності клієнтів, підвищення ефективності за рахунок сталих рішень

Інновації стають ключовим фактором розвитку соціальної відповідальності бізнесу. Вони не лише покращують якість корпоративної політики, а й забезпечують конкурентні переваги на глобальному ринку. Справжня СВ у XXI столітті – це поєднання цінностей, технологій та стратегічного бачення.

Література:

1. Кваша С. М. Механізм підтримки сільськогосподарського виробництва та шляхи його удосконалення : моногр. / С.М. Кваша, 216 О. Д. Витвицька, К. В. Наконечна. – К.: ННЦ ІАЕ, 2009. – 200 с.

2. Лайко П. А. Фактори підвищення рівня продовольчої безпеки / П.А.Лайко, М.Ф.Бабієнко, Т.Д.Іщенко // Економіка АПК. 2006. № 8. С. 20–28

3. Витвицька О. Реалізація мотивацій підприємницької діяльності (вітчизняний та зарубіжний досвід). Регіональна економіка. 2000. №1. С.127-132

4. Витвицька О.Д., Даценко М.С., Даценко С.М., Розвиток ринку сільськогосподарської техніки. Економіка АПК. 2010, №10. С. 103–108.

СУЧАСНІ КУЛІНАРНІ ТРЕНДИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ У ЗАКЛАДАХ РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА

Ніколаєва О.О, Куниця К.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Кулінарний тренд – відповідь на суспільні запити. Він може проявлятися в технологіях приготування, підходах до обслуговування, зміні концепцій харчування. Перехід на альтернативні білки та рослинні замінники м'яса є відповіддю на екологічні виклики та зростаючий попит на вегетаріанську їжу. А впровадження інтерактивних меню та цифрових технологій в обслуговуванні покращує користувацький досвід і робить ресторанний бізнес більш ефективним.

Кулінарні тренди не обмежуються лише зміною продуктів або технологій приготування, а впливають на маркетингові підходи та організацію роботи закладів. Zero Waste набув популярності через екологічні проблеми та необхідність зменшення кількості відходів. Діджиталізація дозволяє скоротити час обслуговування завдяки QR-меню та системам автоматизованого замовлення. Також популярність набули суперфуди, ферментовані продукти та безглютенові страви. Наприклад, кіноа, спіруліна та насіння чіа використовуються в меню здорових ресторанів. Ферментовані продукти, такі як кімчі та комбуча, містять пробіотики, корисні для травлення.

Маркетингові стратегії також зазнали змін. Сучасні ресторани все більше фокусуються на створенні інтерактивного досвіду. Наприклад, концепція «відкрита кухня» дозволяє гостям спостерігати за процесом приготування страв, що підвищує рівень довіри до закладу. Деякі ресторани пропонують інтерактивні столи з можливістю проєктування віртуального меню, а ресторанний перформанс включає шоу-елементи у процес подачі страв.

Гастрономічні тенденції не виникають випадково – їхній розвиток визначають численні зовнішні й внутрішні фактори, що впливають на харчові звички суспільства, бізнес-моделі ресторанів та загальний напрям розвитку індустрії громадського харчування. Основними чинниками є соціокультурні зміни, економічна ситуація, технологічний прогрес, екологічні виклики та маркетингові стратегії.

Розвиток гастрономічних трендів – це складний процес, що визначається взаємодією соціальних, економічних, технологічних, екологічних та маркетингових факторів. Саме ці чинники впливають на те, які продукти, технології та формати ресторанного бізнесу стають популярними, а які поступово відходять у минуле. Успішні заклади ретельно відстежують ці зміни та адаптують свої концепції відповідно до актуальних вимог ринку.

МЕРЧАНДАЙЗИНГ ЯК ЧАСТИНА БРЕНД-СТРАТЕГІЇ

Нікулін І.В., Літвиненко М.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Роками ведення комерційної діяльності компаніями, формувався та зазнавав змін термін «Мерчандайзинг». На сьогоднішній день недостатньо просто пропонувати якісний продукт чи послугу – для брендів важливо, щоб споживач не лише купував товар, але й формував емоційну прихильність. Одним із ключових елементів для цього виступає мерчандайзинг, що в сучасному розумінні виходить далеко за межі звичайного оформлення торгових полиць, перетворюючись на важливий елемент бренд-стратегії.

Сьогодні більшість компаній (в основному з фізичним представництвом), створюючи стратегію з метою збільшення попиту, обирають якісний мерчандайзинг як одну з своїх найбільших інвестицій. Відомо, що саме в місці продажу формується враження про товар, підкріплюється імідж бренду та встановлюється емоційний зв'язок із покупцем. Саме тому правильне оформлення торгової площі, вдале розміщення продукції, використання брендових елементів, рекламних матеріалів – це пріоритет для брендів. Усе це впливає на сприйняття, підтримує їх позиціонування та диференціює серед конкурентів. Щоб мерчандайзинг працював на бренд, його адаптують під загальну бренд-стратегію. Тобто всі елементи – від дизайну торгових точок до брендового мерчу повинні відповідати айдентиці бренду, його цінностям, позиціонуванню та комунікаційній методиці. Наприклад, такий бренд, як-от Nike позиціонується як бренд для активних та творчих людей, тому можна знайти брендові магазини (часто у великих містах), оформлені на творчий манер, що відповідає айдентиці бренду (графіті, постери та унікальний дизайн інтер'єру та його наповнення) [1]. Цей приклад мерчандайзингу створює атмосферу свободи самовираження, драйву та спорту, що співзвучно з філософією Nike – надихати людей рухатися вперед, долати власні межі та бути кращою версією себе. Завдяки такому підходу споживач не просто обирає товар, а занурюється в культуру бренду та відчуває свою приналежність до спільноти однодумців. Відповідно, мерчандайзинг у цьому випадку стає не лише комерційним інструментом, а й способом емоційної комунікації, який формує лояльність до бренду та посилює його ринкові позиції.

Успішні бренди знають, що мерчандайзинг – це не просто про розміщення товарів на полицях, а в першу чергу мова комунікації бренду з клієнтом. Правильний мерчандайзинг – це продумане поєднання маркетингових і дизайнерських рішень, що створюють цілісне сприйняття бренду та резонують з покупцем, змушуючи його обирати бренд знову і знову.

Література:

1. Стрім Loyalty. Beyond the Swoosh: How Nike Crafted a Legacy of Emotional Connection URL: https://streamloyalty.com/Loyalty-Insights/Loyalty-Articles/ArticleID/196/Beyond-the-Swoosh-How-Nike-Crafted-a-Legacy-of-Emotional-Connection

ПІДХОДИ ДО ВИЗНАЧЕННЯ СУТНОСТІ ТА ФОРМ ГЛОБАЛІЗАЦІЇ

Новік І.О., Кузнецов Ю.А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м.Харків

Відомі такі основні форми глобалізації світового господарства.

1. Інтенсифікація міжнародної торгівлі товарами та послугами. XX століття охарактеризувалося суцільною лібералізацією міжнародної торгівлі товарами та послугами під впливом ГАТТ / ВТО. Протягом останніх трьох десятиріч темпи зростання світового ЗТО приблизно в два рази випереджали темпи зростання світового ВВП[1]. В результаті цього, за останні 50 років обсяги міжнародної торгівлі зросли більш ніж в 20 разів і реальний валовий внутрішній продукт (ВВП) України у 2024 році порівняно з 2023-м збільшився на 5,5%, а у 2022-му було зафіксоване падіння на 28,8%.(рис.1)[2]. 2. Глобалізація фінансово-кредитної сфери. Фінансова глобалізація – вільний та ефективний рух капіталів між країнами та регіонами, функціонування глобального ринку, формування системи над- національного регулювання міжнародних фінансів, реалізація глобальних фінансових стратегій ТНК та транснаціональних банків [1]. 3. Домінування в усіх формах міжнародних економічних відносин ТНК та транснаціональних альянсів. Початок XXI століття охарактеризувався значним посиленням процесу транснаціоналізації світової економіки. ТНК стали головним суб'єктом економічної діяльності у світовому економічному просторі. З огляду на цю тенденцію, можна стверджувати, що настала ера транснаціональної економіки. 4. Глобальний інвестиційний бум. Інвестиційний бум (попит) – це потреба підприємців, виражена в грошовій формі, в придбанні товарів інвестиційного призначення з метою отримання доходу, а саме різке зростання вивозу прямих закордонних інвестицій. Цьому сприяли циклічні фактори, лібералізація інвестиційного клімату у більшості країн світу та активний розвиток мережі ТНК. 5. Інтенсифікація міжнародної міграції робочої сили. Вагомим фактором і показником глобалізації виступає рівень міграції. На початку XXI століть кількість переміщень, інтенсивність міграційних потоків між країнами, їх динаміки засвідчують глобальні масштаби цього процесу. За даними Міжнародної організації праці приблизно 4% населення планети,що складає майже 250 млн.осіб. В цих умовах виникає необхідність формування нових засад світової економічної стабілізації та розвитку.



Рис.1.- Реальний ВВП економіки у 2014-2024 р.р.

Література:

1.Бестужева С. В. Глобалізація та світова фінансова криза: прогнозована реальність / С. В. Бестужева // Економічний простір : збірник наукових праць. – № 22/1. – Дніпропетровськ : ПДАБА, 2009. – С. 78–85.

2. Офіційний сайт Світового банку.URL : http://www.worldbank.org/

ВЗАЄМОДІЯ З АУДИТОРІЄЮ В СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖАХ ЯК ІНСТРУМЕНТ ФОРМУВАННЯ ЛОЯЛЬНОСТІ СПОЖИВАЧІВ

Обидєннова Т.С.

Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна, м. Харків

У сучасному цифровому середовищі соціальні мережі стали не лише інструментом просування товарів і послуг, а й потужною платформою для побудови взаємовигідних відносин між підприємствами та їхньою цільовою аудиторією. З розвитком цифрових каналів комунікації споживачі очікують не лише отримання інформації, а й можливості зворотного зв'язку, оперативного вирішення проблем і врахування їхньої думки. Взаємодія з підписниками в соціальних мережах потребує системного підходу, заснованого на швидкому реагуванні, відкритості до діалогу та орієнтації на потреби споживача.

Користувачі очікують швидких відповідей на свої запитання або коментарі, що стосуються товарів, послуг або загальної діяльності компанії. Така взаємодія демонструє, що підприємство цінує кожного клієнта і готове забезпечити належний рівень обслуговування. Швидке реагування підвищує ймовірність повторного звернення та знижує ризик втрати лояльності. Автоматизація частини відповіді за допомогою чат-ботів може покращити швидкість обробки стандартних запитів. Регулярний моніторинг коментарів у соціальних мережах допоможе уникнути кризових ситуацій і вчасно реагувати на потенційні проблеми. У підсумку, ефективне управління комунікацією створює атмосферу відкритості та довіри до бренду.

Проведення регулярних опитувань у соціальних мережах дозволяє підприємствам дізнатися про реальні потреби й очікування клієнтів. Це надзвичайно цінний інструмент маркетингової аналітики, що дозволяє виявляти сильні та слабкі сторони продукту або сервісу. Після збору відповідей доцільно публікувати результати, що демонструє відкритість підприємства до діалогу. Такий підхід не лише підвищує інтерес до бренду, але й зміцнює його репутацію як клієнтоорієнтованого бізнесу.

Негативні коментарі або скарги клієнтів – це не загроза, а можливість для вдосконалення продукту, послуг або комунікації. Важливо не ігнорувати такі звернення, а швидко, конструктивно і професійно на них реагувати. Аналіз таких ситуацій може стати основою для удосконалення внутрішніх процесів компанії. Зрештою, уміння ефективно працювати з негативом – це ознака зрілості та надійності бренду.

Ефективна взаємодія з аудиторією в соціальних мережах є одним із найважливіших аспектів сучасної стратегії комунікації підприємства. Швидке реагування на запити, залучення підписників до опитувань, а також відкритість до критики дозволяють не лише зміцнювати імідж бренду, але й глибше розуміти очікування та потреби клієнтів. Уміння будувати довірливі відносини з підписниками дозволяє підприємствам формувати сталі конкурентні переваги, підвищувати рівень задоволеності споживачів і сприяти довгостроковій лояльності до бренду.

МОДЕЛЬ ПРОГНОЗУВАННЯ КОЛИВАНЬ ПОПИТУ НА ОСНОВІ МАРКЕТИНГОВИХ ДАНИХ

Оборіна А.Ю., Чмерук Т.Ю.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасних реаліях, коли ринок постійно змінюється і конкуренція стає все більш жорсткою, підприємства змушені приділяти особливу увагу ефективному плануванню обсягів виробництва. Стабільність і прибутковість бізнесу великою мірою залежать від здатності точно оцінювати та прогнозувати зміни в попиті.

Маркетингові дані стають ключовим інструментом для аналізу цих змін і завдячуючи сучасним технологіям збору, обробки та аналізу інформації, підприємства можуть ідентифікувати тенденції, прогнозувати майбутні коливання попиту та оперативно адаптувати свої виробничі процеси.

Запропоновано підхід щодо прогнозування коливань попиту на основі маркетингових даних про ринок, на якому функціонує підприємство. А саме, визначити виробничий потенціал підприємства і маркетинговий план як функцію прогнозної виробничої програми для і-го виду продукції – $N_i^{\text{ïð}}(t)$. В процесі виробництва виникає нова величина – фактичний обсяг випуску, який відхилятиметься по модулю від номінального значення на певну величину δ:

$$\left|\frac{N_i^{\text{ïð}} - N_i^{\Phi}}{N_i^{\text{ïð}}}\right| \le \delta, \qquad (1)$$

де δ – допустиме відхилення фактичного обсягу випуску від прогнозної виробничої програми;

N_i^{Φ} – фактичний обсяг випуску і-го виду продукції (рис. 1).

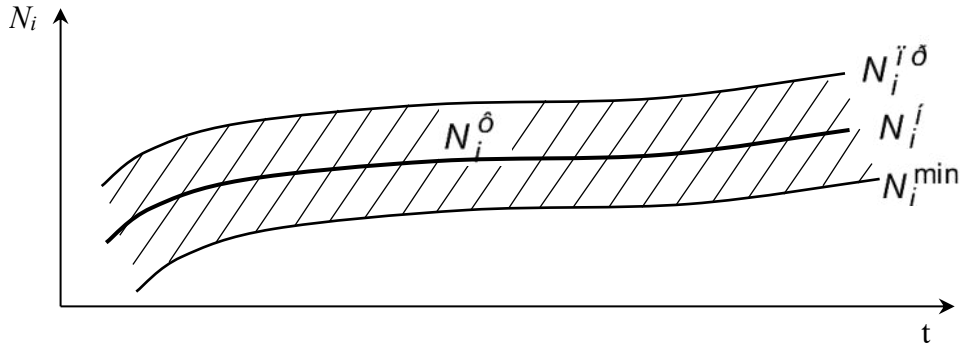


Рис. 1. Визначення фактичної виробничої програми підприємства

Література:

1. Заруба В.Я., Чмерук Т.Ю. Аналіз та прогнозування коливань попиту на основі маркетингових даних: інструменти для ефективного планування обсягів виробництва. *Інтернаука*. Серія: "Економічні науки". 2024. № 11

РОЛЬ СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖ ТА ОНЛАЙН-ПЛАТФОРМ У ПРОСУВАННІ ЗАКЛАДІВ РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА

Огієвич В.А., Куниця К.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасному динамічному середовищі індустрія ресторанного бізнесу стикається з високою конкуренцією, що вимагає ефективних стратегій для залучення та утримання клієнтів. Соціальні мережі та онлайн-платформи стали потужними маркетинговими інструментами, які дозволяють ресторанам не лише рекламувати свої послуги, а й формувати імідж, підтримувати зворотний зв’язок з аудиторією та залучати нових гостей.

Дослідження показують, що такі соціальні мережі, як Instagram, Facebook та TikTok, є ефективними каналами комунікації з потенційними клієнтами. Візуальний контент, зокрема фотографії страв, відео з заходів та інтер'єр закладу, викликає емоційний відгук та стимулює бажання відвідати ресторан. Крім того, завдяки використанню таргетованої реклами та аналітичних інструментів, можна точно визначити цільову аудиторію та ефективно донести до неї маркетингові повідомлення. Онлайн-платформи для бронювання столиків, доставки їжі та розміщення відгуків, такі як Google Maps, TripAdvisor, Glovo, Bolt Food, мають великий вплив на рішення клієнтів відвідати заклад. Наявність позитивних відгуків та високих оцінок підвищує довіру до ресторану та сприяє збільшенню кількості відвідувачів. Ефективна SMM-стратегія включає в себе аналіз цільової аудиторії, вибір відповідних каналів комунікації, регулярне публікування якісного контенту та активну взаємодію з підписниками. Співпраця з інфлюєнсерами та блогерами також є важливим аспектом, який дозволяє розширити охоплення аудиторії та підвищити впізнаваність бренду [1-3].

Таким чином, соціальні мережі та онлайн-платформи є невід’ємною частиною сучасного маркетингу в ресторанному бізнесі, сприяючи підвищенню впізнаваності бренду, залученню нових клієнтів та зміцненню лояльності постійних клієнтів.

Література:

1. Іванова Л. О. Соціальні мережі як чинник посилення впливу маркетингу на лояльність клієнтів ресторанних закладів / Іванова Л. О., Вовчанська О. М. // Інтелект XXI. 2019. № 2. С. 38-44. URL: https://repository.ldufk.edu.ua/server/api/core/bitstreams/8086110d-b6c4-4204-9a70-012e46653ce9/content

2. Катерина Федорова. SMM для ресторану - Просування ресторанного бізнесу у соцмережах. Poster POS. URL: https://joinposter.com/ua/post/smm-dlya-restoranu

3. Денис Демчина. Соціальні мережі для ресторану: як створити успішну SMM-стратегію. Business Broker. URL: https://business-broker.com.ua/blog/sotsialni-merezhi-dlia-restoranu-iak-stvoryty-uspishnu-smm-stratehiiu/

БРЕНДИНГ ЯК ІНСТРУМЕНТ МОТИВАЦІЇ СПОЖИВАЧІВ

Оксенюк К.І.
Луцький національний технічний університет, м. Луцьк

У сучасному бізнес-середовищі, де конкуренція надзвичайно висока, брендинг перетворився з простого способу ідентифікації продукту на потужний інструмент мотивації споживачів. Він допомагає виділитися серед конкурентів, створити унікальну ідентичність та привернути увагу цільової аудиторії.

Питання теорії та практики брендингу знайшли своє відображення в дослідженнях вітчизняних та зарубіжних науковців, зокрема, таких як Аакер Д., Журило В.В., Задоріжна І.М., Зозульов О.В., Кендюхов О.В., Котлер Ф., Сойма С.Ю., Студінська Г.Я., Тарасюк Г.М., Чичун В.А., Яцюк Д.В. та інших. Проте, багато проблем, пов'язаних із впливом брендингу на мотивацію споживачів, залишаються невирішеними, що формує актуальність теми дослідження.

Одним з основних завдань брендингу є стимулювання мотивації споживачів. Брендиг може мотивувати споживачів на різних рівнях: від емоційного задоволення до прагнення самовираження та досягнення особистих цілей. Споживачі все частіше приймають рішення про покупку, керуючись не лише функціональними характеристиками товару, а й емоційними факторами. Брендинг дозволяє створити емоційний зв'язок між брендом та споживачем, викликаючи позитивні асоціації та почуття.

Певні бренди створюють відчуття престижу та успіху, що є мотивуючим фактором для споживачів обирати саме їхню продукцію. Споживачі часто обирають бренди, які відображають їхні цінності та стиль життя.

Варто відмітити, що брендинг може мотивувати споживачів на досягнення власних цілей. Бренди, які підтримують позитивні зміни, особистий розвиток або соціальні ініціативи, спонукають людей до дії, даючи їм відчуття, що вони є частиною чогось більшого.

Стратегія брендингу включає в себе різні способи мотивації споживачів. Такі як рекламні акції, програми лояльності, взаємодії в соціальних мережах та інші форми залучення уваги клієнтів. Дані методи допомагають підтримати та розвивати інтерес до бренду, що в свою чергу посилює мотивацію споживачів придбати продукт або послугу.

Отже, брендинг є не просто маркетинговим інструментом, а стратегічним активом, який допомагає компаніям досягати успіху в умовах сучасного ринку. Він створює емоційний зв'язок, формує довіру, підвищує лояльність, залучає та утримує споживачів, збільшує продажі, підкреслює унікальність та впливає на сприйняття цінності.

МЕТОДИ ВПЛИВУ НА СПОЖИВАЧА ЗА ДОПОМОГОЮ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Олініченко К.С.

Державний біотехнологічний університет, м. Харків

В сучасних умовах цифровізації економіки та стрімкого розвитку інтернет-технологій значно зростає роль інформаційних технологій (ІТ) у процесі управління взаємовідносинами з клієнтами. Інструменти ІТ не лише спрощують процес комунікації між бізнесом та споживачем, але й дозволяють здійснювати цілеспрямований, персоналізований та інтерактивний вплив на поведінку клієнта. Нами класифіковано та узагальнено основні методи впливу на споживача за допомогою ІТ. Виявлено основні методи впливу, до яких відносяться:

1. Персоналізація контенту, яка надає індивідуальні пропозиції та підвищує лояльність. Серед сучасних підприємств інтернет-магазин Rozetka застосовує алгоритми персоналізованих рекомендацій – на основі історії покупок, переглядів.

2. Мобільний маркетинг, надає швидкий зв'язок та використовується у випадку імпульсивних дій. Приклад такого впливу щоденна взаємодія з клієнтами через push-сповіщення.

3. Цифрова реклама з таргетингом, цей спосіб має влучне попадання в ЦА та націлений на економію бюджету. Український маркетплейс Prom.ua використовує ретаргетинг і користувач бачить рекламу товарів, які переглядав раніше, у Google або Facebook. Це стимулює повернення до покупки.

4. Email-маркетинг з автоматизацією націлено на підвищення довіри споживачів та стимулює повторні покупки. Маркетингові платформи автоматизують розсилки та клієнтам надсилаються листи з нагадуваннями про залишений у кошику товар, персональні знижки або новини [1].

5. Контент-маркетинг та SEO, їх мета створити пошукову видимість та сприяти залученню через контент. Сервіс нерухомості LUN.ua регулярно публікує аналітичні матеріали та гайди про ринок житла, що допомагає користувачам приймати рішення та формує довіру до бренду.

6. Інтерактивні технології як то чат-боти, AR/VR і голосові помічники існують щоб допомогти обрати товар, відповісти на запитання чи навіть оформити покупку без участі менеджера.

Українські компанії активно впроваджують цифрові технології для глибшої персоналізації, оперативної комунікації та підвищення довіри споживачів. Це свідчить про високий рівень цифрової адаптації бізнесу до нових ринкових умов, та інформаційні технології виступають не лише як технічний інструмент, а і як стратегічна платформа для формування клієнтської лояльності, утримання споживачів і збільшення продажів.

Література:

1. Савицька Н.Л., Пахуча Е.В., Віннік П.О. Сучасні тенденції управління маркетинговими комунікаціями. Молодий вчений. 2023. № 11 (123). С. 140–145.

ПЕРЕДУМОВИ ВИНИКНЕННЯ УПРАВЛІНСЬКИХ КОНФЛІКТІВ

Остапенко Д.С., Косенко А.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Управлінські конфлікти є невід'ємною частиною функціонування будь-якої організації. Вони можуть виникати як на рівні внутрішньо-організаційних взаємодій, так і у процесі зовнішнього спілкування з партнерами, клієнтами або іншими зацікавленими сторонами. Розуміння передумов конфліктів у сфері управління дозволяє ефективно запобігати їх ескалації та трансформувати у конструктивне русло. Управлінський конфлікт – це зіткнення протилежних інтересів, поглядів, цілей чи стилів управління між суб'єктами управлінської діяльності. Він може виникати на різних рівнях організації: між керівником і підлеглим, між співробітниками одного рівня, між різними підрозділами тощо.

Нами розроблено класифікацію конфліктів у сфері управління: за змістом: рольові, мотиваційні, ціннісні, інформаційні; за рівнем прояву: міжособистісні, внутрішньо-особистісні, групові, міжгрупові; за формою: відкриті й приховані; за характером наслідків: конструктивні та деструктивні. Передумови виникнення управлінських конфліктів, на наш погляд, наступні. Організаційні передумови: нечіткий розподіл обов'язків та відповідальності; недостатній рівень координації між підрозділами; бюрократичність структури управління; відсутність ефективної системи комунікацій; несправедливість у прийнятті управлінських рішень. Психологічні передумови: особистісні відмінності між учасниками виробничого процесу на промисловому підприємстві (характер, темперамент, емоційність); рівень стресу та психологічної напруги в колективі; амбіції, лідерські претензії, заздрість; недовіра до керівництва або колег. Соціально-економічні передумови: нерівномірний розподіл ресурсів; незадоволеність умовами праці чи оплатою; соціальні нерівності всередині колективу; економічна нестабільність у зовнішньому середовищі. Культурні та етичні передумови: відмінності у ціннісних орієнтаціях; недотримання норм етичної поведінки; конфлікт культур організацій під час злиття або реорганізації. Управлінські конфлікти можуть мати як негативні, так і позитивні наслідки. Виявлення джерел конфліктів та своєчасне реагування на них дозволяє мінімізувати ризики деструктивних процесів і сприяти розвитку колективу.

Література:

1. Перерва, П.Г. Інноваційні технології реструктуризації промислового підприємства. Маркетинг інновацій і інновації у маркетингу: збірник тез доповідей VIII Міжнар. науково-практ. конф., 25-26 вересня 2014 р. Суми: ТОВ "ДД "Папірус", 2014. С. 119-121.

2. Кваша С. М. Механізм підтримки сільськогосподарського виробництва та шляхи його удосконалення : моногр. / С.М. Кваша, О.Д.Витвицька, К.В.Наконечна. К.: ННЦ ІАЕ, 2009. 200 с.

3. Лайко П. А. Фактори підвищення рівня продовольчої безпеки / П. А. Лайко, М. Ф. Бабієнко, Т. Д. Іщенко // Економіка АПК. – 2006. – № 8. – С. 20–28

4. Витвицька О. Д., Козупиця Є. С. Інноваційні зміни та стимулювання розвитку галузі бджільництва в Україні. Актуальні проблеми інноваційної економіки. 2016. № 4. С. 44-48.

5. Витвицька О.Д., Даценко М.С., Даценко С.М., Розвиток ринку сільськогосподарської техніки. Економіка АПК. 2010, №10. С. 103–108.

МОНІТОРІНГ РИЗИКІВ АГРАРНИХ ПІДПРИЄМСТВ ЯК СКЛАДОВА СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЗАПОБІГАННЯ ФІНАНСОВОЇ КРИЗИ

Павленко О.В., Нечаєв М.Д., Чіп Л.О.
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава

Сільське господарство має стратегічне значення для забезпечення продовольчої безпеки України. Проте в сучасних умовах діяльність аграрних підприємств відбувається в умовах фінансової нестабільності. Фінансова криза не є раптовою подією, її виникненню передує низка подій, за якими можна її завчасно передбачити та вжити превентивних заходів. Своєчасна діагностика, поєднання кількісних і якісних методів оцінки, а також адаптація наявних методик запобігання фінансової кризи з урахуванням галузевої специфіки, є необхідними умовами для уникнення або мінімізації фінансових втрат.

Систематичне моніторингове спостереження за фінансовим станом підприємства та виявлення симптомів кризи дозволяють вчасно впроваджувати превентивні заходи та знижувати рівень фінансових ризиків.

Оцінювання ймовірності настання фінансової кризи має базуватись на поєднанні аналізу фінансових індикаторів та кількісного оцінювання ризиків, притаманних діяльності сільськогосподарських підприємств.

Такий підхід до моніторингу як складової системи управління фінансовими ризиками включає такі етапи:

1. Ідентифікація зовнішніх та внутрішніх ризиків, їх класифікація за ступенем впливу на результати діяльності.

2. Експертна оцінка загроз із використанням бальної шкали.

3. Розроблення відповідних управлінських рішень.

З огляду на природу впливу загроз на діяльність аграрних підприємств, їх можна згрупувати таким чином:

1. Чинники, що підвищують ризик банкрутства лише за певних умов.

2. Фактори, які беззаперечно збільшують ймовірність настання фінансової неспроможності.

3. Умови, за яких банкрутство підприємства є практично неминучим.

У рамках аналізу доцільно застосовувати експертне оцінювання. Воно передбачає опитування фахівців галузі (як працівників підприємства, так і незалежних експертів), які визначають рівень ризиків.

Систематичний моніторинг і своєчасна оцінка кризових проявів є запорукою до збереження фінансової стійкості аграрних підприємств.

Література:

1. Dorohan-Pysarenko L., Rębilas R., Yehorova O., Yasnolob I., Kononenko Z. Methodological peculiarities of probability estimation of bankruptcy of agrarian enterprises in Ukraine. *Agricultural and Resource Economics*. 2021. Vol. 7. No. 2. Pp. 20–39. DOI: https://doi.org/10.51599/are.2021.07.02.02.

2. Дорогань-Писаренко Л.О., Єгорова О.В., Яснолоб І.О. Особливості оцінки ймовірності банкрутства аграрних підприємств в Україні. *Інфраструктура ринку*. 2022. № 68. С. 223-231. DOI: https://doi.org/ 10.32843/infrastruct68-39.

УПРАВЛІННЯ БРЕНДОМ З УРАХУВАННЯМ ПРИНЦИПІВ СТАЛОГО РОЗВИТКУ В УМОВАХ СУЧАСНОГО РИНКУ

Пальчиков В. М., Клепікова С. В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасному бізнес-середовищі інтеграція принципів сталого розвитку в управління брендом є важливою складовою стратегічного позиціонування підприємства. З огляду на зростання екологічної свідомості споживачів, зміну регуляторних вимог і посилення конкуренції, бренд дедалі більше сприймається не лише як маркетинговий інструмент, а як носій цінностей, що відображають соціальну та екологічну відповідальність компанії. Етична складова бренду сьогодні має не менш важливе значення, ніж його функціональні характеристики.

Підтвердженням актуальності цього підходу є дані дослідження Nielsen, згідно з яким 81 % споживачів вважають екологічні ініціативи компаній важливими, а 73 % готові змінити споживчу поведінку на користь брендів, орієнтованих на сталий розвиток [1]. Це зумовлює необхідність для підприємств розробляти такі бренд-стратегії, які поєднують інноваційність, прозорість і екологічну ефективність. Водночас споживачі дедалі уважніше оцінюють відповідність між заявленими цінностями бренду та реальними діями компанії. У цьому контексті надзвичайно важливо уникати практик грінвошингу, які можуть суттєво зашкодити репутації та викликати втрату довіри. Як зазначено у дослідженні Grubor і Milovanov, сталий брендинг повинен базуватися на інтеграції принципів сталого розвитку у внутрішні процеси компанії, а не лише в зовнішню комунікацію [2, с. 331].

Отже, впровадження екологічних і соціальних підходів у систему бренд-менеджменту відкриває нові можливості для підвищення вартості бренду, зміцнення ринкових позицій і розширення аудиторії. Компанії, що формують свій бренд на основі реальних принципів сталості, здатні посилити конкурентоспроможність, адаптуватися до глобальних трендів і побудувати довготривалі відносини з цільовими споживачами. У цьому контексті сталий розвиток необхідно розглядати не як додаткову опцію, а як інтегральний елемент сучасного управління брендом.

Література:

1. The Database: What Sustainability Means Today. Nielsen. URL: https://www.nielsen.com/insights/2018/what-sustainability-means-today/ (дата звернення: 15.04.2025)

2. Grubor, A., & Milovanov, O. (2016). Sustainable Branding. *ENTRENOVA - ENTerprise REsearch InNOVAtion*, *2*(1), 329–336. URL: https://hrcak.srce.hr/ojs/index.php/entrenova/article/view/14232

РЕГУЛЯТОРНІ ВИМОГИ ДО УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ В УМОВАХ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ

Пасічник Р.М., Кочорба В.Ю.
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, м. Харків

У сучасному фінансовому секторі питання кібербезпеки, стійкості до ризиків та відповідності нормативним вимогам набувають критичного значення. Розглянемо ключові напрями регуляторних вимог, спрямованих на забезпечення стійкості, безпеки та прозорості операцій в умовах цифрової трансформації банківського сектору. Базове місце у формуванні стратегії цифрової безпеки в Європейському Союзі посідає регуляторний акт DORA (Digital Operational Resilience Act) [1], який зобов'язує банки здійснювати системне управління ризиками у сфері інформаційно-комунікаційних технологій шляхом регулярних оцінок загроз, а також розробки та тестування планів реагування на кіберінциденти. Одним з ключових елементів стає інтеграція інструментів штучного інтелекту для детекції аномалій у реальному часі, що дає змогу оперативно виявляти потенційні атаки. Важливу роль також відіграє забезпечення резервних систем, які дозволяють мінімізувати простої та втрати у разі збоїв. Ефективне управління даними передбачає відстеження, аналіз та захист даних клієнтів, що стає можливим завдяки використанню практик Data Governance. Це включає автоматизацію процесів дотримання нормативних вимог, таких як складання звітності для регуляторів. Особливу увагу приділяють дотриманню норм GDPR та інших вимог конфіденційності, що забезпечується шляхом шифрування даних та контролю доступу до них. В умовах активної співпраці банків із фінтех-компаніями важливо впроваджувати систему управління ризиками третіх сторін. Це включає проведення due diligence до укладення партнерських угод, а також постійний моніторинг діяльності контрагентів з використанням frameworks для vendor risk management. Для забезпечення відповідності партнерів регуляторним вимогам дедалі ширше застосовуються RegTech-рішення, що автоматизують процес перевірки. Зростаюча складність фінансового середовища потребує гнучких стратегій управління ризиками, здатних адаптуватися до змін у законодавстві та технологіях. Це передбачає застосування аналізу майбутніх загроз, зокрема за допомогою ШІ у сфері кредитування та оцінки поведінки клієнтів. З огляду на технологічну складність нових викликів, виникає потреба у навчанні персоналу роботі з моделями машинного навчання та системами кіберзахисту. Також актуальним є залучення експертів у сферах квантових обчислень і блокчейн-технологій для формування політики управління ризиками. Таким чином, сучасна стратегія управління ризиками у банківському секторі повинна спиратися на нормативне регулювання, технології та кадровий потенціал.

Література:

1. Digital Operational Resilience Act (DORA). URL: https://www.digital-operational-resilience-act.com

ЗДОРОВЕ ХАРЧУВАННЯ ТА КУЛІНАРНА ТВОРЧІСТЬ В РЕСТОРАННОМУ БІЗНЕСІ

Пашко В.Є., Курячий Б.О., Куниця К.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Створення харчових продуктів, збагачених цінними компонентами, є важливою складовою здорового харчування. Такий підхід передбачає додавання до традиційних продуктів інгредієнтів, що підвищують їхню харчову цінність. На сьогодні активно розвивається виробництво харчових емульсій, зокрема майонезних соусів. Їх особливістю є знижена калорійність, досягнута за рахунок зменшення вмісту олії, а також додавання різноманітних смакових компонентів для розширення вибору та покращення органолептичних властивостей.

Водночас структура харчування населення характеризується надлишком швидких вуглеводів і тваринних жирів, що призводить до дефіциту необхідних організму речовин: ω-3 жирних кислот, вітамінів, фосфоліпідів, мінералів і харчових волокон. Вчені вбачають вирішення цієї проблеми у створенні функціональних харчових продуктів, збалансованих за основними поживними речовинами, збагачених відсутніми мікронутрієнтами і придатних для щоденного вживання.

Сучасні тенденції розвитку харчової промисловості орієнтовані на створення продукції з високою харчовою цінністю, що задовольняє потреби людини у життєво важливих нутрієнтах. Важливу роль у цьому відіграють емульсійні олійно-жирові продукти – зокрема майонези та майонезні соуси, які є популярними серед широких верств населення і активно використовуються в щоденному раціоні. Саме удосконалення їх складу і властивостей визначає напрями сучасних технологічних розробок. На жаль, асортимент майонезів на українському ринку поки що обмежений, а продукти, збагачені функціональними компонентами для здорового харчування, представлені у незначній кількості. Тому обрана тема наукового дослідження є надзвичайно актуальною.

Література:

1. A novel cholesterol-free mayonnaise made from Pickering emulsion stabilized by apple pomace particles / Z. Lu et al. *Food Chemistry*. 2021. Vol. 353. P. 129418. URL: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129418.

2. Effect of Apple peel as an antioxidant on the quality characteristics and oxidative stability of mayonnaise / M. U. Khalid et al. *Applied Food Research*. 2021. Vol. 1, no. 2. P. 100023. URL: https://doi.org/10.1016/j.afres.2021.100023.

КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНІСТЬ ІННОВАЦІЙ

Перерва О.П., Романчик Т.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасному глобалізованому світі інновації виступають одним із ключових чинників забезпечення конкурентоспроможності як окремого підприємства, так і національної економіки загалом. Проте, сам факт наявності інновації ще не гарантує успіху на ринку – важливо, щоб інновація була конкурентоспроможною. Тобто мала здатність ефективно конкурувати з уже існуючими продуктами чи технологіями. Конкурентоспроможність інновації – це її здатність витримати конкуренцію на ринку, забезпечуючи підприємству перевагу за рахунок новизни, унікальності, технологічної ефективності, економічної вигоди чи інших значущих характеристик. Нами виявлені основні критерії оцінки конкурентності інновацій. Технічна новизна: наскільки інновація є унікальною або суттєво вдосконаленою. Ринкова привабливість: потреба у продукті, цінова доступність, попит. Економічна ефективність: витрати на розробку і впровадження, очікувана рентабельність. Легкість масштабування: можливість тиражування продукту чи технології. Захист інтелектуальної власності: патенти, авторські права, торгові марки. Фактори, що впливають на конкурентоспроможність інновацій: рівень науково-технічного розвитку компанії; інноваційна культура та управління змінами; маркетингова стратегія виведення на ринок; регуляторне середовище та політика державної підтримки; партнерство з дослідницькими установами. Шляхи підвищення конкурентоспроможності інновацій: ретельне вивчення потреб споживачів; створення мультидисциплінарних команд для розробки продукту; застосування концепції відкритих інновацій; постійне вдосконалення продукту на основі зворотного зв'язку; забезпечення гнучкості виробництва. Конкурентоспроможність інновацій є багатогранним поняттям, яке охоплює не лише новизну розробки, а й її здатність завойовувати ринок. Для досягнення успіху необхідно поєднувати технічну досконаліть із ефективним менеджментом, маркетинговою політикою та стратегічним баченням. Успішна інновація – це результат інтеграції знань, технологій, ринку і креативності.

Література:

1. Кваша С. М. Механізм підтримки сільськогосподарського виробництва та шляхи його удосконалення : моногр. / С.М. Кваша, О.Д.Витвицька, К.В.Наконечна. К.: ННЦ ІАЕ, 2009. 200 с.

2. Лайко П. А. Фактори підвищення рівня продовольчої безпеки / П. А. Лайко, М. Ф. Бабієнко, Т. Д. Іщенко // Економіка АПК. – 2006. – № 8. – С. 20–28

3. Витвицька О. Д., Козупиця Є. С. Інноваційні зміни та стимулювання розвитку галузі бджільництва в Україні. Актуальні проблеми інноваційної економіки. 2016. № 4. С. 44-48.

4. Витвицька О.Д., Даценко М.С., Даценко С.М., Розвиток ринку сільськогосподарської техніки. Економіка АПК. 2010, №10. С. 103–108.

5. Перерва, П.Г. Інноваційні технології реструктуризації промислового підприємства. Маркетинг інновацій і інновації у маркетингу: збірник тез доповідей VIII Міжнар. науково-практ. конф., 25-26 вересня 2014 р. Суми: ТОВ "ДД "Папірус", 2014. С. 119-121.

ФОРМУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ПІДПРИЄМСТВА

Перерва П.Г.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасних умовах високої конкуренції та нестабільного економічного середовища особливої актуальності набуває проблема формування економічного потенціалу підприємства. Економічний потенціал підприємства – це сукупність ресурсів (матеріальних, трудових, фінансових, інформаційних), а також здатність підприємства ефективно використовувати ці ресурси для досягнення стратегічних і тактичних цілей. Структура економічного потенціалу включає в себе: виробничий потенціал: обладнання, технології, виробничі площі; фінансовий потенціал; кадровий потенціал; інноваційний потенціал; інформаційний потенціал; маркетинговий потенціал.

Фактори, що впливають на формування економічного потенціалу: рівень технічного оснащення; якість управління підприємством; доступ до фінансових ресурсів; стан зовнішнього економічного середовища; державна політика підтримки бізнесу; конкурентоспроможність продукції. Етапи формування економічного потенціалу: аналіз поточного стану підприємства; оцінка зовнішнього ринкового середовища; формування стратегічних і тактичних цілей; розробка заходів із розвитку ресурсного забезпечення; модернізація управлінських процесів; моніторинг і коригування стратегії. Методи оцінювання економічного потенціалу: метод фінансових коефіцієнтів; SWOT-аналіз; метод експертних оцінок; комплексна бальна оцінка ресурсних складових; методика економічного моделювання (наприклад, CVP-аналіз).

Формування економічного потенціалу підприємства є безперервним і стратегічно важливим процесом, що визначає довготривалу ефективність його функціонування. В умовах ринкової економіки особливої ваги набувають здатність підприємства до адаптації, модернізації виробництва, інноваційності та ефективного використання ресурсів. Високий рівень економічного потенціалу є запорукою конкурентоспроможності, фінансової стабільності та динамічного розвитку підприємства.

Література:

1. Shpak N., Vytvytska O., Martynyuk O., Kylaec M., Sroka W., (2022). Formation of management and technological maturity levels of enterprises for their dynamic development. Engineering Management in Production and Services, 14(3), 1-12.

2. Лайко П. А. Фактори підвищення рівня продовольчої безпеки / П. А. Лайко, М. Ф. Бабієнко, Т. Д. Іщенко // Економіка АПК. – 2006. – № 8. – С. 20–28.

3. Витвицька О.Д. Особливості формування механізму регулювання інвестування інновацій в сучасних умовах // Науковий вісник НУБіПУ. Сер.: Економіка, аграрний менеджмент, бізнес. 2013. Вип. 181(4). С. 85-90.

4. Бажал Ю.М. Інноваційне підприємництво: креативність, комерціалізація, екосистема : навч. посібник. Київ: Пульсари, 2015. 278 с.

5. Бузовський Є.А., Витвицька О.Д., Скрипниченко В.А. Нетрадиційні джерела енергії - вимоги часу. Науковий вісник НУБіПУ, 2008. Вип. 119. С. 289-294.

ОСОБЛИВОСТІ ПОЗИЦІОНУВАННЯ ТОВАРУ НА РИНКАХ КАНАДИ

Перерва П.О., Косенко О.П.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Канада – одна з найбільших та економічно стабільних країн світу, відома своєю мультикультурністю, високим рівнем життя та відкритістю до імпорту. Проте вихід на канадський ринок потребує стратегічного підходу до позиціонування товару з урахуванням регіональних, культурних та економічних особливостей. Характеристика канадського ринку: рівень конкуренції: високий, з присутністю глобальних брендів; платоспроможний споживач: орієнтований на якість, безпеку, екологічність; регіональна специфіка: двомовність (англійська та французька), відмінності між провінціями (наприклад, Квебек має власні маркетингові норми); роль онлайн-торгівлі: зростає щороку, особливо в сегменті B2C. Стратегії позиціонування товару: локалізація бренду: адаптація упаковки, інструкцій, реклами відповідно до культурних та мовних норм (зокрема французькою в Квебеку); еко-френдлі підхід: канадці звертають увагу на сталість, сертифікати (Organic, Fair Trade, recyclable); цінова стратегія: якість має бути виправданою, хоча преміальні сегменти добре розвинені; цінності та історія бренду: важливо комунікувати соціальну відповідальність, походження, автентичність. Канали просування: Digital-маркетинг (Google, Instagram, Facebook) з геотаргетингом; Інфлюенсер-маркетинг – блогери, експерти локальних спільнот; участь у виставках, торгових місіях (наприклад, через організації типу Canada Trade); платформи e-commerce: Amazon.ca, Walmart.ca, Shopify. Бар'єри виходу на ринок: сертифікація та відповідність вимогам Канадського агентства з інспекції харчових продуктів (CFIA), Health Canada; митні та логістичні витрати; конкуренція з локальними брендами. Українські виробники меду, кондитерських виробів та косметики (наприклад, на основі натуральних компонентів) успішно вийшли на ринок через еко-брендинг. Позиціонування товару на ринку Канади вимагає детального вивчення споживацьких очікувань, чіткої адаптації до регіональних реалій та орієнтації на екологічні, етичні та якісні аспекти продукту. Висока конкуренція компенсується відкритістю канадського ринку до нових якісних брендів.

Література:

1. Перерва, П.Г. Інноваційні технології реструктуризації промислового підприємства. Маркетинг інновацій і інновації у маркетингу: збірник тез доповідей VIII Міжнар. науково-практ. конф., 25-26 вересня 2014 р. Суми: ТОВ "ДД "Папірус", 2014. С. 119-121.
2. Кулаєць М.М., Бабієнко М.Ф., Лайко П.А., Витвицька О.Д. Інноваційна діяльність в аграрній сфері // *Економіка АПК*. 2011. № 2. С. 100-107.
3. Скрипниченко В.А. Інноваційні аспекти виробництва біопалива на Україні: стан, проблеми, перспективи // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2009. С. 175-180.
4. Витвицька О. Д., Демешкант Н. А. Особливості інноваційного розвитку економіки і завдання аграрної науки та освіти. Агросвіт № 9, 2015. С. 3-7.
5. Витвицька О.Д. Концептуальні підходи до дослідження механізму інноваційно-інвестиційного розвитку зерновиробництва // Агроінком. 2013. №10-12. С.10-14.

УПРАВЛІНСЬКИЙ ІНТЕЛЕКТ ЯК ЗАПОРУКА ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМСТВА

Петренко В.О., Фонарьова Т.А.
Український державний університет науки і технологій, м. Дніпро

Управлінський інтелект – це сукупність знань, навичок, досвіду та інтуїції керівників, які вони використовують для прийняття стратегічних рішень та досягнення поставлених цілей в умовах мінливого сьогодення. Управлінський інтелект дозволяє підприємствам адаптуватися до змін у бізнес-середовищі, швидко реагувати на виклики та використовувати нові можливості для розвитку. Одним із основних елементів успішного управлінського інтелекту є здатність аналізувати та інтерпретувати великі обсяги баз даних. Інформація є ключовим ресурсом для розвитку бізнесу, тому керівникам необхідно мати здатність швидко знаходити потрібну інформацію, аналізувати її та на її основі приймати обгрунтовані рішення. У цьому контексті важливою стає роль сучасних технологій, таких як штучний інтелект, машинне навчання та аналітика даних, які допомагають керівникам оптимізувати процеси прийняття рішень та вдосконалювати стратегію розвитку підприємства.

Важливе значення мають лідерські якості керівника підприємства. Лідер повинен бути візіонером, який вміє ініціювати зміни та розвивати нові ідеї для підприємства. Крім того, він повинен мати високий рівень емоційного інтелекту, що дозволяє йому ефективно спілкуватися з підлеглими, мотивувати їх до досягнення спільних цілей та створювати корпоративну культуру, сприятливу для інновацій. Управлінський інтелект також передбачає здатність до стратегічного мислення. Керівник повинен мати чітке бачення майбутнього розвитку підприємства та плани на досягнення цілей. Він повинен бути готовим до зміни стратегії у відповідь на зовнішні фактори та нові можливості ринку, творчо мислити, генерувати нові креативні ідеї.

Як зазначає М.В. Поленкова, «…інноваціями є втілені у практику креативні ідеї, що фактично є «продуктом» креативного мислення. Креативне мислення – це здатність системно поєднувати нові знання та форми, що створюють відповідний новий соціально-економічний ефект» [1, с. 212].

Таким чином, впровадження сучасних технологій та інструментів управління може значно підвищити конкурентоспроможність підприємства. Використання інтелектуальних систем аналізу даних та прийняття рішень дозволяє швидше реагувати на зміни на ринку, а також оптимізувати бізнес-процеси. При цьому важливо враховувати людський фактор і забезпечувати навчання та підтримку персоналу для успішної імплементації управлінського інтелекту на підприємстві.

Література:

1. Поленкова М.В. Креативний менеджмент як фактор інноваційного розвитку суспільства. *Наукові записки Львівського університету бізнесу та права. Серія економічна. Серія юридична*. 2021. 30. С. 207-215.

РОЛЬ КОМУНІКАЦІЙНОЇ ПОЛІТИКИ ПІДПРИЄМСТВА

Пивавар І.В.
Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця, м. Харків

Для успішного функціонування підприємства необхідні інформаційні потоки, які формують загальну систему комунікацій. Внутрішня комунікація відбувається всередині компанії, тоді як зовнішня – між компанією та окремими особами, групами або сегментами суспільства, з якими вона комунікує. Комунікаційну політику можна розглядати як процес обміну інформацією між декількома контрагентами. Тобто, комунікаційна політика є процесом, за допомогою якого інформація різного роду передається від одного суб'єкта до іншого (одержувача інформації), впливаючи на поведінку одержувача з метою досягнення цілі комунікації.

Для того щоб ефективно взаємодіяти зі споживачами, всі підприємства мають використовувати різноманітні інструменти комунікаційної політики. З метою досягнення успіху на ринку, компанії повинні мати ефективну функціональну стратегію, яка враховує маркетингові елементи в їхніх організаційних операціях. Важливою частиною системи управління компанією є її маркетингова комунікаційна політика, яка є частиною стратегії діяльності компанії. Маркетингова комунікаційна політика компанії складається з заходів, спрямованих на ефективну взаємодію з покупцями і споживачами певних товарів, знаходиться під впливом системи інноваційного маркетингу, і забезпечує реалізацію своїх особливих конкурентних переваг. З метою покращення комунікаційної політики підприємства важливо надсилати зворотній зв'язок для цільової аудиторії підприємства та контрагентів певного ринку.

Цілі комунікаційної політики визначають, чого конкретно хоче досягти підприємство через комунікацію (стимулювання споживачів, збільшення впізнаваності бренду або покращення іміджу). Від цього, відповідно, залежить вибір інструментів і каналів комунікації. Отже, комунікаційна політика є одним з ключових інструментів для досягнення цілей розвитку компанії в умовах сучасних ринкових трансформацій. Роль комунікаційної політики у забезпеченні ефективної взаємодії з цільовими споживачами, формуванні іміджу бренду та підтримці лояльності споживачів є доволі значимою. З метою бути успішною, маркетингова комунікаційна політика повинна бути ще й інтегрованою, гнучкою та адаптованою до змін, які відбуваються в сучасних умовах цифровізації.

Література:

1. Березюк О. В. Інструментарій маркетингових комунікацій в інтернет-середовищі: класифікація та специфіка використання. Ефективна економіка. 2021. № 4 URL: http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/4_2021/204.pdf (дата звернення: 15.04.2025)
2. Мельник Л. Н. Маркетингова комунікаційна політика: теоретичні основи та практика. – Київ : Вища школа, 2018. – 320 с.

EULA, МОДИФІКАЦІЇ ТА КОД: СІРІ ЗОНИ АВТОРСЬКОГО ПРАВА ЄС У ВІДЕОІГРАХ

Пилюченко Д.В., Бевзо Ф.О.,
Науково-дослідний інститут інтелектуальної власності Національної академії правових наук України, м. Київ

Розвиток авторського права та суміжних прав у ЄС в межах Acquis Communautaire створює не лише правила для деяких країн або галузей, вони змінюють правила гри на ринку відеоігор. Але роблять законодавці це повільно. Створення нових правил/законів базується на вже наявних випадках, через що Європейська Директива 2019/790 [1] стала однією з перших, насправді відчутних змін, що охопила медійну сферу, зокрема такі онлайн-платформи як YouTube чи Twich. Положення статті 17 закріплює винятки щодо використання охоронюваних об'єктів для освітніх і наукових цілей. Однак ця ж норма зобов'язує онлайн-платформи відповідати за контент, що порушує авторські права (включаючи стрімінг ігор). До цього моменту найсильніший вплив на відеоігрову сферу мало рішення суду UsedSoft GmbH v. Oracle, 2012 [2], що постановило: "...після першого продажу віртуальної копії гри, правовласник втрачає право контролювати подальше поширення", обмежуючи права видавців ігор на монополію з розповсюдження копій своїх ігор.

Обидва випадки мали значний вплив на всю відеоігрову сферу. Можна сказати, що з продажем копій законодавці були знайомі найближче, адже мали численні випадки схожих правовідносин за десятиліття, ба навіть століття торгівлі. Тому врегулювання питання зайняло значно менше часу, ніж питань, з якими законодавці ніколи не стикалися, як от моди до ігор і т.п. Чим менше існує аналогічних випадків, тим слабше правове регулювання.

Європейська Директива 2019/790 хоча й вводить нові правила для онлайн-платформ, зобов'язавши їх відповідати за розміщений контент, але при цьому в ній відсутнє визначення щодо контенту, який не відповідає критеріям платформи, та способи перевірки, все ще лишаються майже незрозумілими. Якщо ж говорити про ще складнішу тематику, – створення модів до ігор, – то тут правового регулювання й того менше. З'явились нові норми щодо EULA (End User License Agreement) [3], але вони радше відкрили шпарину, аніж розв'язали питання. Дані норми вказують видавцям та розробникам на можливі варіанти, але ніяк не регламентують взаємодію користувача із продуктом в цілому. Як-от створення власних рівнів, механік, або інших їх складових.

Будь-яка взаємодія з кодом все ще лишається незаконною. Навіть якщо мова йде про виправлення системних вразливостей, або навіть зняття певного відсотку навантажень чи обмежень з гри.

Література:

1. Directive (EU) 2019/790 of the European Parliament and of the Council of 17 April 2019 on copyright and related rights in the Digital Single Market and amending Directives 96/9/EC and 2001/29/EC. URL: https://www.wipo.int/wipolex/en/legislation/details/18927
2. Judgment of the Court (Grand Chamber), 3 July 2012. UsedSoft GmbH v Oracle International Corp. Case C-128/11. URL: https://curia.europa.eu/juris/liste.jsf?num=C-128/11
3. What is an End User License Agreement (EULA)? Icertis. URL: https://www.icertis.com/contracting-basics/the-importance-of-the-end-user-license-agreement/

МОНІТРИНГ НАВЧАЛЬНОГО НАВАНТАЖЕННЯ ВИКЛАДАЧІВ

Погорєлова Т.О., Перерва П.Г.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У системі вищої освіти ефективне управління навчальним навантаженням викладачів є важливою умовою забезпечення якості освітнього процесу. Моніторинг навчального навантаження дозволяє не лише забезпечити справедливий розподіл праці, а й оптимізувати використання кадрових ресурсів, підтримувати професійний розвиток викладачів і уникати перевантаження. Навчальне навантаження – це обсяг педагогічної, методичної, наукової та організаційної роботи, яку викладач повинен виконати протягом академічного року. Воно включає такі компоненти, як проведення лекцій, семінарів, лабораторних занять, керівництво курсовими та дипломними роботами, консультації, участь у науково-дослідницькій діяльності, тощо.

Цілі моніторингу навчального навантаження: забезпечення рівномірного розподілу обов'язків між викладачами; виявлення перевантаження або недовантаження; планування професійного розвитку персоналу; прозорість та об'єктивність розрахунку навантаження; підвищення якості навчання.

Методи та інструменти моніторингу: автоматизовані інформаційні системи (модулі університетських ERP-систем); аналітичні таблиці, звіти, графіки навантаження; оцінювання фактичної виконаної роботи; регулярне оновлення облікових даних про викладачів; зворотний зв'язок від кафедр та факультетів. Ключові показники для аналізу: загальна кількість годин за видами діяльності; частка годин, виконаних понад норму; співвідношення навчального, наукового та адміністративного навантаження; кількість курсів, які веде викладач; динаміка навантаження впродовж років. Ефективний моніторинг навчального навантаження викладачів є запорукою раціонального управління людськими ресурсами в ВНЗ. Він сприяє підвищенню якості освіти, запобігає професійному вигоранню та створює умови для сталого розвитку освітнього середовища. Впровадження сучасних ІТ-рішень та аналітичних інструментів робить цей процес прозорим, об'єктивним і динамічним.

Література:

1. Витвицька О.Д. Особливості формування механізму регулювання інвестування інновацій в сучасних умовах // Науковий вісник НУБіПУ. Сер.: Економіка, аграрний менеджмент, бізнес. 2013. Вип. 181(4). С. 85-90.

2. Shpak N., Vytvytska O., Martynyuk O., Kylaec M., Sroka W., (2022). Formation of management and technological maturity levels of enterprises for their dynamic development. Engineering Management in Production and Services, 14(3), 1-12.

3. Бажал Ю.М. Інноваційне підприємництво: креативність, комерціалізація, екосистема : навч. посібник. Київ: Пульсари, 2015. 278 с.

4. Бузовський Є.А., Витвицька О.Д., Скрипниченко В.А. Нетрадиційні джерела енергії - вимоги часу. Науковий вісник НУБіПУ, 2008. Вип. 119. С. 289-294.

5. Перерва, П.Г. Інноваційні технології реструктуризації промислового підприємства. Маркетинг інновацій і інновації у маркетингу: збірник тез доповідей VIII Міжнар. науково-практ. конф., 25-26 вересня 2014 р. Суми: ТОВ "ДД "Папірус", 2014. С. 119-121.

ПЕРСПЕКТИВИ СВІТОВОГО РИНКУ ПРАЦІ

Погорєлова Т.О., Щербина А.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Розглянемо перспектив світового ринку праці на 2025–2027 роки. Глобальні макротенденції та потрясіння створюють все більш складне середовище, в якому доводиться орієнтуватися політикам, роботодавцям та працівникам, а невизначеність та непостійність залишаються високими.

Хоча ще з 2023 року песимістичні прогнози щодо впливу зеленого переходу на робочі місця домінують у заголовках ЗМІ, ці області були визначені як деякі з найбільших драйверів майбутнього створення робочих місць. Ці переміщення, швидше за все, будуть значною мірою сконцентровані у певному наборі категорій робочих місць, що дозволить надавати цільову підтримку та застосовувати стратегії проактивного перерозподілу.

Респонденти очікують зниження попиту на такі посади: касирів та касирів із продажу квитків; клерків із введення даних; клерків з бухгалтерського обліку, бухгалтерського обліку та розрахунку заробітної плати; секретарів. Тенденція до клерків із введення даних спостерігається у всьому світі, проте вона особливо виражена в Бразилії (46%) і трохи менш поширена в деяких країнах з високим рівнем доходу, таких як Німеччина, США, Сінгапур та Великобританія (близько 25%). Подібно до бухгалтерів, бухгалтерів і клерків із заробітної плати, ця тенденція є глобальною, але особливо виражена в Японії, Італії та США. Оскільки це популярні професії, ці очікування можуть призвести до скорочення 26 мільйонів робочих місць у всьому світі.

Область, в якій очікується швидке зростання, в якій нині зайнята відносно невелика кількість людей, – це робочі місця у сфері відновлюваної енергії та роботи, пов'язані з пом'якшенням наслідків зміни клімату. Це відображено в майже загальних очікуваннях зростання для інженерів по відновлюваним джерелам енергії та інженерів із встановлення систем сонячної енергії.

Те саме стосується фахівців зі сталого розвитку та фахівців з охорони навколишнього середовища, які, як очікується, зростуть на 33% і 34% відповідно, що означає зростання приблизно на 1 мільйон робочих місць. Це відповідає очікуванням керівників бізнесу щодо зеленого переходу та інвестицій у пом'якшення наслідків зміни клімату для стимулювання зростання робочих місць.

Література:

1. Погорєлова, Т., & Новік, І. (2024). Вплив міжнародної торгівлі на ринок праці. Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут" (економічні науки), (1), 41–45. вилучено із http://es.khpi.edu.ua/article/view/301364

2. Погорєлова, Т. (2024). Мобільність працівників: міграція та імміграція. Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут" (економічні науки), (2), 36–40. вилучено із http://es.khpi.edu.ua/article/view/307186

ГРАНТОВЕ ФІНАНСУВАННЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПІДТРИМКИ СОЦІАЛЬНИХ ПРОЄКТІВ

Подопригора З. В., Фощій М.Д.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В роботі розглянуто грантове фінансування як інструмент підтримки соціальних проєктів. В сучасних умовах грантове фінансування відіграє важливу роль у розвитку громадянського суспільства та реалізації ініціатив, спрямованих на вирішення суспільно значущих проблем. Обмеженість бюджетних ресурсів, зростання потреб у соціальній підтримці та необхідність впровадження інноваційних рішень посилюють значення грантів як джерела фінансування для організацій, діяльність яких не має комерційної спрямованості.

Грантове фінансування створює умови для реалізації проєктів у сферах освіти, охорони здоров'я, екології, прав людини, соціальної інтеграції, підтримки вразливих груп населення. Воно дозволяє запускати програми, які сприяють соціальним змінам, розвитку місцевих громад, підвищенню рівня соціальної відповідальності бізнесу та залученню громадськості до активної участі у вирішенні актуальних проблем. Особливість грантів полягає у їх цільовому характері та вимогах до прозорості використання коштів. Донори очікують не лише формального виконання проєкту, а досягнення конкретних соціальних результатів, що піддаються вимірюванню та оцінці. Це стимулює організації підвищувати якість управління проєктами, а також забезпечувати сталість результатів після завершення фінансування.

Грантове фінансування є також важливим чинником інституційного розвитку неприбуткових організацій [1]. Отримання грантів сприяє зміцненню організаційної спроможності, розширенню партнерських зв'язків, розвитку компетенцій команди та впровадженню сучасних управлінських практик.

Варто відзначити, що гранти стимулюють інновації у соціальній сфері, оскільки більшість донорських програм орієнтовані на пошук нестандартних рішень для складних суспільних викликів. Це дозволяє впроваджувати нові моделі соціальних послуг, цифрові платформи для взаємодії з цільовими аудиторіями та механізми залучення громадськості до соціальних ініціатив.

Отже, грантове фінансування виступає не лише джерелом ресурсів для реалізації соціальних проєктів, а й важливим інструментом розвитку інституційної спроможності, впровадження інновацій та забезпечення сталого соціального впливу. Його ефективне використання сприяє формуванню активного громадянського суспільства, підвищенню якості життя та реалізації принципів сталого розвитку в національному та глобальному контексті.

Література:

1. Круглик М. С., Фощій М.Д. Соціальне проєктування на підприємствах у контексті сталого розвитку. Теоретичні та практичні дослідження молодих вчених : зб. тез доп. 18-ї Міжнар. наук.-практ. конф. магістрантів та аспірантів, 19-22 листопада 2024 р. Харків : НТУ «ХПІ», 2024. С. 500-501 URI https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/86932

СОЦІАЛЬНА ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ ПІДПРИЄМСТВ У ПЕРІОД ПІСЛЯВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ

Подрез О.І., Черепанова В.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Соціальна відповідальність підприємств має велике значення в усі часи функціонування суб'єктів господарювання, особливо це стосується воєнного та післявоєнного часів. Тому що скрутні господарські умови воєнного часу вимагають багато коштів задля продовження або налагодження виробництва товарів як оборонного характеру, так і товарів народного споживання. При цьому підприємства змушені вилучати багато коштів на захист та відновлення виробничого процесу, охорони працівників та матеріальних ресурсів. Питання щодо реалізації соціальних програм стосуються, в основному, тільки захисту й виживання.

Після закінчення війни найважливішою проблемою щодо відновлення економіки країни є процес налагодження виробництва, тобто відновлення усіх продуктивних сил – основних виробничих фондів, матеріальних й нематеріальних ресурсів, підбір персоналу та ін. Причому процес відновлення виробництва повинен базуватися на сучасних інноваційних рішеннях стосовно використання обладнання, технологій, організації виробництва, управління персоналом та ін.

У цей час питання соціальної відповідальності підприємств стоїть особливо гостро, оскільки війна визвала зростання інфляції, недостатність коштів щодо відбудови житла та об'єктів соціальної сфери, вирішення проблем ресурсозабезпечення та охорони навколишнього середовища.

Треба зазначити, що основним завданням соціальної відповідальності підприємств є розробка та прийняття соціальних програм, яке полягає у соціальному й енергетичному забезпеченні, охороні навколишнього середовища. Це досягається шляхом підйому виробничої та економічної діяльності, пошуку резервів економії, налагоджені умов прибутковості.

Для досягнення поставлених завдань перед соціальною відповідальністю підприємств потрібно побудувати ефективний механізм управління нею.

Під механізмом управління соціальною відповідальністю підприємств розуміємо сукупність теоретичного базису з управління суб'єктом господарювання, який охоплює цілі, завдання, принципи, функції управління, а також практичні заходи, що здійснюються за напрямами, рівнями управління, методами і формами реалізації соціальної відповідальності за допомогою інструментів, важелів та має відповідне забезпечення.

Побудова такого механізму потребує проведення теоретико-методологічних досліджень, результатом яких буде розробка концепції функціонування механізму соціальної відповідальності підприємств.

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ЯК ФАКТОР ПІДВИЩЕННЯ ПОТЕНЦІАЛУ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА

Подшивалов І.В.[1], Маслак М.В.[2]

[1]Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, м. Кременчук, [2]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В умовах переходу до Індустрії 5.0 перед промисловими підприємствами постає необхідність підвищення ефективності діяльності за рахунок впровадження змін до бізнес-процесів з використанням штучного інтелекту (ШІ) як ключового фактору та подальше застосування інноваційних технологій із застосуванням людиноцентричного підходу – підтримка та розвиток працівників для підвищення рівня потенціалу підприємства [1]. Було узагальнено поняття потенціалу промислового підприємства як сукупність ресурсів та можливостей, які можуть бути спрямовані на досягнення цілей та подальший розвиток [2, 3]. Враховуючи, що підприємство є складною системою, то і вплив ШІ, що імітує людські когнітивні функції – вирішення задач і прийняття рішень на основі аналізу даних, розпізнавання закономірностей та розуміння природної мови [4, 5] – варто аналізувати у розрізі складових потенціалу промислового підприємства (таблиця 1) [1, 4, 6].

Таблиця 1 – Вплив ШІ на складові потенціалу промислового підприємства

Складова	Характеристика впливу штучного інтелекту на складові потенціалу
Інноваційна	Пошук та розробка нових технологічних рішень на основі накопиченої інформації, фактичних та прогнозованих параметрів; імітація проведення дослідницьких експериментів та аналіз отриманих даних
Виробнича	Посилення роботизації виробництва; аналіз ступеня використання обладнання; оптимізація витрат, мінімізація простоїв обладнання; управління запасами та ланцюгами поставок
Управлінська і трудова	Скорочення витрат на виконання рутинних завдань; використання чат-ботів замість об'ємних інструкцій; швидше опрацювання інформації
Ринкова	Аналіз поведінки споживачів для прогнозування попиту; вдосконалення характеристик продукції; моніторинг соціальних мереж; просування продукції шляхом автоматизації та використання алгоритмів у рекламі

Література:

1. European Commission: Directorate-General for Research and Innovation. (2024) *ERA industrial technologies roadmap on human-centric research and innovation for the manufacturing sector,* Publications Office of the European Union. URL: https://data.europa.eu/doi/10.2777/0266.

2. Ареф'єва, О., Долженко, Д. (2024) Теоретичне підґрунтя формування економічного потенціалу підприємства в умовах посилення транспарентності розвиткових процесів. *Адаптивне управління: теорія і практика. Серія Економіка*. № 18 (36). С. 1-14.

3. Маслак О.І., Гришко Н.Є., Безручко О.О. (2015). Використання нереалізованого економічного потенціалу підприємств в умовах циклічного розвитку. *Економічний часопис-XXI,* 1-2(2), 43–46.

4. Rashid A.B., Kausik A.K. (2024) AI revolutionizing industries worldwide: A comprehensive overview of its diverse applications. *Hybrid Advances.* Vol. 7. P. 1-34.

5. Maslak O., Grishko N., Hlazunova O., Maslak M. (2016) Intellectual capital as a factor of economic development of Ukraine. *Journal of Turiba University "Acta Prosperitatis",* 7, 104–118.

6. Маслак О.І., Воробйова Л.Д. *Економіка промислового підприємства: навч. посібник*. К.: Центр учбової літератури. 172 с.

ЩОДО УПРАВЛІННЯ ФІНАНСОВИМИ РИЗИКАМИ ІНВЕСТИЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Позняк Р.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Управління фінансовими ризиками інвестиційної діяльності є критичним елементом забезпечення стабільності та ефективності функціонування як корпоративного сектору, так і фінансових установ. В умовах глобальної волатильності, нестабільності фінансових ринків та геополітичної напруги зростає необхідність системного підходу до ідентифікації, кількісного аналізу та мінімізації інвестиційних ризиків.

До ключових фінансових ризиків інвестиційної діяльності належать: ринковий ризик (market risk), кредитний ризик (credit risk), ризик ліквідності (liquidity risk), валютний ризик (foreign exchange risk), а також ризик процентної ставки (interest rate risk). Методологічною основою ефективного управління цими ризиками є поєднання класичних підходів фінансової теорії з сучасними інструментами моделювання ризиків, такими як Value at Risk (VaR), Conditional VaR, Monte Carlo simulation, а також використання похідних фінансових інструментів (деривативів) для хеджування.

На сучасному етапі особливої уваги набуває інтеграція Enterprise Risk Management (ERM), яка дозволяє компаніям оцінювати ризики у взаємозв'язку з корпоративною стратегією. Також важливими є практики scenario analysis та stress testing, що сприяють оцінці витривалості інвестиційного портфеля у кризових умовах.

У контексті цифровізації фінансового сектору значну роль відіграють big data analytics та machine learning algorithms, які дозволяють автоматизувати процес виявлення ризикових патернів і приймати обґрунтовані інвестиційні рішення в режимі реального часу.

Таким чином, управління фінансовими ризиками інвестиційної діяльності повинно здійснюватися на основі інтегрованої моделі, що поєднує класичні фінансові підходи, кількісні методи ризик-менеджменту та сучасні цифрові технології. В умовах невизначеності така модель є запорукою збереження капіталу, забезпечення ліквідності та досягнення стратегічних цілей інвестора.

ПАТЕНТНИЙ ЗАХИСТ: ПРАВОВІ ЗАСАДИ ТА ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ МІЖНАРОДНОГО РЕГУЛЮВАННЯ

Полікарпов А. О.

Державний торговельно-економічний університет, м. Київ

Патентний захист є одним із головних інструментів правової охорони інновацій. Він передбачає надання винахідникам виключних прав на використання технічного рішення протягом обмеженого часу в обмін на його публічне розкриття. Така система діє як соціальний контракт між автором і суспільством, стимулюючи науково-технічний прогрес.

На міжнародному рівні базовим актом є Угода TRIPS [1], яка встановлює мінімальні стандарти охорони: новизна, винахідницький рівень і промислова придатність. Стаття 28 TRIPS гарантує патентовласникам виключні права на виготовлення, використання та реалізацію запатентованої продукції. Важливим також є принцип пріоритету заявок (Паризька конвенція), що сприяє захисту прав у кількох юрисдикціях.

З економічної точки зору, патенти виконують функцію інвестиційного стимулу. Вони дозволяють повернути витрати на дослідження і розробки (R&D - Research and Development), залучати венчурне фінансування, а також монетизувати інтелектуальну власність через ліцензування. Зокрема, транснаціональні компанії формують великі патентні портфелі, які виступають як активи, інструменти конкурентної боротьби або захист від судових позовів.

У макроекономічному контексті, ефективна система патентного захисту сприяє залученню іноземних інвестицій, розвитку високотехнологічного експорту й зростанню ВВП. У той же час TRIPS передбачає обмеження прав у разі суспільної необхідності – наприклад, у сфері охорони здоров'я чи етики.

Отже, патентне право відіграє важливу роль не лише як правовий інструмент, а й як важіль економічного зростання, технологічного розвитку та міжнародної інтеграції.

Література:

1. Угода про торговельні аспекти прав інтелектуальної власності від 06 грудня 2005. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/981_018#Text (дата звернення: 18.04.2025)

ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ РОЗВИТКУ ЦИФРОВИХ СТРАХОВИХ ІНТЕРФЕЙСІВ

Пономаренко О.В.
Уманський національний університет, м.Умань

У роботі розглянуто питання сучасних технологічних аспектів цифрової трансформації страхового сектору. Цифрові страхові інтерфейси – це комплекс інструментів, що забезпечують автоматизовану й дистанційну взаємодію між страховиком і страхувальником [1]. До них належать мобільні застосунки, чат-боти, веб-портали, API-інтеграції, а також рішення, засновані на блокчейні, великих даних і штучному інтелекті.

Центральну роль відіграють мобільні додатки, які підвищують зручність і швидкість обслуговування. Зокрема, інтеграція з державними платформами, дає змогу здійснювати страхування життя за кілька хвилин, повністю онлайн. API-інтеграції сприяють розвитку відкритого страхування (Open Insurance), створюючи екосистеми, де клієнт отримує доступ до послуг різних компаній в єдиному цифровому середовищі [2]. Штучний інтелект і NLP-технології застосовуються в чат-ботах для автоматизованої консультації та реєстрації страхових випадків. Блокчейн забезпечує прозорість і автоматичне врегулювання збитків, що особливо ефективно в параметричному страхуванні, наприклад у сільському господарстві.

Цифровізація також змінює саму структуру клієнтської поведінки, формуючи нову культуру споживання страхових продуктів. Проте її впровадження супроводжується викликами: складністю інтеграції з legacy-системами, відставанням нормативного регулювання, низькою цифровою грамотністю частини клієнтів та високими вимогами до кібербезпеки.

Цифрові інтерфейси – це не лише інструмент підвищення якості сервісу, а й платформа для побудови нової організаційної моделі страхового бізнесу, орієнтованої на відкритість, гнучкість і персоналізацію. Саме компанії, здатні ефективно поєднати інновації з надійністю та прозорістю, формуватимуть обличчя майбутнього страхового ринку.

Література:

1. Adam Preis (2024). The Shifting Digital Insurance Landscape. Insurance Trends 2024: Navigating Digital Identity. Режим доступу: https://www.pingidentity.com/en/resources/blog/post/digital-insurance.html#:~:text=Historically%2C%20the%20insurance%20industry%20hasn%E2%80%99t,transformation%20can%20help%20to%20address

2. CMS (2025). Open Insurance and APIs. Режим доступу: https://cms.law/en/int/expert-guides/insurance-group-insurtech-expert-guide/open-insurance-and-apis#:~:text=The%20sharing%20of%20personal%20data,access%20this%20data%20and%20information

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ЛОГІСТИКИ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

Пономаренко О.О.

Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця, м. Харків

Сучасні економічні умови, що характеризуються цифровізацією, глобалізацією, динамічними змінами в ринковому середовищі та зовнішніми викликами (зокрема, війна в Україні, енергетична криза, нестабільні постачання), зумовлюють необхідність трансформації логістичних систем.

Логістика стає ключовим інструментом забезпечення безперебійного функціонування підприємств і стійкості економіки. Сучасні економічні реалії акцентують увагу на зменшенні офлайн-взаємодій та необхідності екологізації бізнес-процесів. У зв'язку з цим важливо визначити ключові вектори розвитку логістики в умовах нових викликів і загроз.

Незалежно від подальших сценаріїв розвитку світової економіки, питання екології залишатиметься в центрі уваги при організації бізнесу. Це зумовлює потребу у впровадженні новітніх технологій у логістичні процеси, переході на альтернативні джерела енергії та оптимізації постачальних ланцюгів.

Дослідження сучасного стану логістики дозволяє виокремити низку інновацій, які вже впроваджуються в галузі й мають високий потенціал для подальшого розвитку.

Фахівці вказують, що одна з основних проблем, з якою стикаються логістичні компанії - це ефективне управління та аналіз великих обсягів даних. На ринку вже існують інструменти, здатні здійснювати збір і аналіз даних у реальному часі. Це дає змогу менеджерам гнучко змінювати стратегії, оперативно перебудовувати маршрути чи змінювати способи доставки, знижуючи ризики і витрати.

Важко уявити ефективне управління логістикою без Інтернету речей, який забезпечує точне відстеження не лише переміщення, а й умов зберігання вантажів (температура, вологість тощо) на всіх етапах. Зібрана інформація є важливою для внутрішньої аналітики підприємств.

Інший ключовий напрям - автоматизація та впровадження штучного інтелекту. Останніми роками логістичні компанії активно інтегрують штучний інтелект у планування попиту, маршрутизацію, інтелектуальні перевезення тощо. Основу цих рішень складає машинне навчання, яке значною мірою впливає на оптимізацію логістичних потоків.

Не менш вагомим фактором змін у логістиці є технологія блокчейн - розподілена база даних, де інформація структурована у блоки. Вона дозволяє безпечно обмінюватися активами без посередників, надаючи доступ до достовірної інформації всім учасникам процесу.

Загалом впровадження інноваційних технологій у логістиці відкриває нові можливості для формування прогресивних бізнес-моделей і підвищення ефективності. Впровадження інновацій, адаптація до нестабільного середовища та розвиток гнучких рішень дозволяють підприємствам ефективно функціонувати навіть у кризові періоди.

КРИТЕРІЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ

Пономарьов В .Д.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасних умовах жорсткої конкуренції, динамічного технологічного розвитку та постійного зростання вимог споживачів, ефективність виробничих процесів є ключовим чинником успішної діяльності підприємства. Для управління цими процесами необхідно мати чіткі критерії оцінювання, які дозволяють виявити сильні й слабкі сторони, а також визначити напрями вдосконалення. Виробничий процес – це сукупність технологічних, транспортних, контрольних та інших операцій, спрямованих на виготовлення продукції або надання послуг. Він включає в себе використання ресурсів: праці, обладнання, матеріалів, енергії, інформації. Ефективність виробничого процесу – це співвідношення між результатами діяльності та витратами, необхідними для досягнення цих результатів. Чим меншими є витрати при досягненні бажаного результату – тим вищою є ефективність. Ключові критерії ефективності виробничих процесів пропонуємо наступні. Продуктивність праці: обсяг виробленої продукції на одного працівника або одиницю часу. Коефіцієнт використання виробничих потужностей: відношення фактичного завантаження до максимально можливого. Собівартість продукції: витрати на виробництво одиниці продукції. Рівень браку та витрат: частка неякісної продукції, втрати сировини. Часовий цикл виробництва: загальна тривалість виробничого процесу від початку до завершення. Енергетична ефективність: кількість енергії, спожитої на одиницю продукції. Гнучкість процесів: здатність швидко адаптуватися до змін у замовленнях або технологіях. Інноваційність: частота впровадження нових технологій або методів виробництва.

Ефективність виробничих процесів є багатовимірною категорією, яка охоплює технічні, економічні, організаційні та соціальні аспекти. Системний підхід до оцінки ефективності дозволяє підприємству своєчасно виявляти проблеми, приймати обґрунтовані управлінські рішення та забезпечувати стійке зростання. Використання чітко визначених критеріїв ефективності є запорукою конкурентоспроможності підприємства у довгостроковій перспективі.

Література:

1. Витвицька О.Д. Особливості формування механізму регулювання інвестування інновацій в сучасних умовах // Науковий вісник НУБіПУ. Сер.: Економіка, аграрний менеджмент, бізнес. 2013. Вип. 181(4). С. 85-90.

2. Shpak N., Vytvytska O., Martynyuk O., Kylaec M., Sroka W., (2022). Formation of management and technological maturity levels of enterprises for their dynamic development. Engineering Management in Production and Services, 14(3), 1-12.

3. Бажал Ю.М. Інноваційне підприємництво: креативність, комерціалізація, екосистема : навч. посібник. Київ: Пульсари, 2015. 278 с.

4. Бузовський Є.А., Витвицька О.Д., Скрипниченко В.А. Нетрадиційні джерела енергії - вимоги часу. Науковий вісник НУБіПУ, 2008. Вип. 119. С. 289-294.

ЛОГІСТИЧНА КОНЦЕПЦІЯ В СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВОМ

Порсюрова І.П.
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, м. Харків

У сучасних умовах глобалізації та цифровізації економіки логістичні системи відіграють важливу роль у забезпеченні конкурентоспроможності підприємств. Ефективна логістика сприяє зниженню витрат, оптимізації ресурсів, підвищенню рівня обслуговування клієнтів, що, у свою чергу, впливає на успішність підприємницької діяльності та формування фінансового результату. Логістична концепція дозволяє швидко адаптуватися до нових умов. Пошук ефективних інноваційних моделей розвитку та управління підприємством, серед яких особливе місце займає логістичний підхід, виступає важливим чинником забезпечення стабільної конкурентоспроможності на ринку. Логістична концепція в системі управління підприємством – це стратегічний підхід, що передбачає інтеграцію логістичних принципів у всі рівні та функції управління підприємством. Вона базується на ефективній координації матеріальних, інформаційних, фінансових і сервісних потоків з метою створення доданої вартості, оптимізації витрат та підвищення конкурентоспроможності.

Основні характеристики логістичної концепції в управлінні підприємством:

1. Інтеграційний характер – логістика не є окремим підрозділом, а частиною загальної управлінської структури, яка охоплює процеси: закупівлі, виробництво, зберігання, транспортування і збут.

2. Процесний підхід – управління базується не на функціях, а на потоках: руху товару, інформації та фінансів, що дозволяє зменшити витрати часу, ресурсів і уникнути дублювання операцій.

3. Орієнтація на споживача – максимально задовольнити потреби клієнта, забезпечивши вчасну доставку якісного продукту з мінімальними витратами.

4. Інформаційна підтримка – ефективна логістика неможлива без сучасних IT-систем: ERP, WMS, TMS, які забезпечують прозорість, аналітику і контроль усіх етапів логістичного ланцюга.

Система управління повинна бути гнучкою та адаптивною до змін: коливань попиту, нестабільності постачань, зовнішніх загроз. Логістика це джерело стратегічних переваг – через зниження витрат, прискорення оборотності ресурсів, підвищення сервісного рівня. Отже, значення логістичної концепції для підприємства є підвищення ефективності управління ресурсами, покращення фінансових результатів, оптимізація операційної діяльності, підвищення лояльності споживачів та досягнення сталого конкурентного розвитку. Побудова логістичних процесів на підприємствах, у логістичних системах та ланцюгах постачання виступає важливим елементом організаційної основи для результативного логістичного управління.

СТРАТЕГІЧНІ НАПРЯМИ ЦИФРОВІЗАЦІЇ РЕСТОРАННОГО СЕРВІСУ

Порсюрова І.П., Ботін М.С.
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, м. Харків

У контексті трансформаційних процесів сучасної економіки цифровізація ресторанного сервісу виступає важливим вектором стратегічного розвитку галузі громадського харчування. Інноваційні цифрові технології не лише оптимізують операційні процеси, а й формують нову модель споживчої поведінки, що базується на швидкості, персоналізації та безпеці обслуговування. У формуванні якості сервісу відіграє поведінка споживача, а саме визначає не лише стратегії розвитку ресторанного бізнесу, але й формати обслуговування, асортиментну політику та рівень цифровізації.

Споживач очікує не просто страву, а цілісний досвід – атмосферу, емоції, комфорт. Відповідно змушує ресторанні заклади адаптувати власні сервіси під індивідуальні потреби: впроваджуються гнучкі формати меню, варіанти для вегетаріанців, алергіків тощо. У зв'язку з тенденцією до прискорення ритму життя зростає попит на безконтактний сервіс, швидке обслуговування, онлайн-замовлення та доставку. Поведінкові зміни споживача стимулюють впровадження мобільних застосунків, електронних меню, самообслуговування.

Цифрова трансформація передбачає широке впровадження автоматизованих систем управління (POS, ERP, CRM), які забезпечують ефективний облік, аналітику споживчих переваг, фінансовий контроль і кадровий менеджмент. На основі аналізу Big Data формуються індивідуальні пропозиції для клієнтів, що сприяє підвищенню їхньої лояльності. Технології штучного інтелекту дозволяють адаптувати інтерфейс взаємодії до особистих уподобань споживача.

Автоматизовані кухні, системи самообслуговування, роботи-офіціанти та використання інших креативних технологій життєвої реальності забезпечують підвищення якості обслуговування та створення унікального клієнтського досвіду. Інтеграція з мобільними платформами, застосунками для доставки, системами онлайн-бронювання дозволяє розширити охоплення споживачів та зменшити розрахункові витрати.

На сьогодні ресторанні заклади активно використовують сучасні інструменти цифрового маркетингу (таргетинг, SMM, контент-стратегії), що базується на аналізі поведінкових даних споживачів та сприяє підвищенню ефективності рекламних кампаній.

Проте необхідно зазначити, що цифровізація вимагає формування надійної системи кіберзахисту, яка включає захист персональних та фінансових даних, а також дотримання норм міжнародного права у сфері цифрової безпеки.

Отже, стратегічні напрями цифровізації ресторанного сервісу охоплюють комплексну трансформацію бізнес-моделі, орієнтовану на інноваційно-креативних технологіях, ефективність та клієнтоцентризм. Вони виступають важливою передумовою підвищення конкурентоспроможності підприємств сфери ресторанного обслуговування на національному та глобальному рівнях.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ ЦІНОВОЇ ПОЛІТИКИ ТНК

Посохов І.М., Басова В.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В роботі розглянуто питання удосконалення цінової політики ТНК. В умовах розвитку ринкової економіки значення цінової політики ТНК зростає стрімкими темпами, як на мікро, так і на макрорівнях, що потребує ґрунтовного дослідження даного питання. Як правило, цінова політика ТНК розглядається у вигляді двох пов'язаних складових, це цінова політика і політика управління цінами. Цінова політика полягає у встановленні максимальної ціни на товар, а також його розміщенні в межах обраної цінової категорії (за рівнем цін) [1-23].

Проблема ТНК у сфері цін полягає в тому, що, сформувавши свою цінову політику, вони не завжди відстежують зміни у внутрішньому та зовнішньому середовищі, які впливають на ціну товару. Помилкою також є відсутність аналізу впливу цінової політики на прибутковість компанії, оскільки в умовах мінливого макросередовища важливо оперативно реагувати на зміни та постійно вдосконалювати цінову політику. Крім того, після формування цін на продукцію керівник повинен відслідковувати тенденції зміни цін на аналогічні товари конкурентів, контролювати цінову політику безпосередньо на підприємствах ТНК та постійно коригувати ціни. Удосконалення цінової політики суттєво впливає на прибуток. Підвищення ціни на продукцію може призвести до збільшення або зменшення загального прибутку компанії, що залежить від цінової стратегії компанії, аналізу цінової чутливості ринку, а також інформації з кон'юнктури економічної ситуації в макросередовищі. При цьому постійний контроль за ціновою політикою та коригування цін ще не є фактором успіху. Ефективність діяльності ТНК, в першу чергу, залежить від правильності обраної стратегії щодо зміни ціни на товар. Тому рекомендуються три основних правила зміни цінової політики: ціна має покривати витрати ТНК та впевненно забезпечувати безбиткові обсяги виробництва; ціна не повинна бути низькою, цінова політика ТНК може покрити собівартість виробництва, а також отримати невеликий прибуток за рахунок відмови певного сегменту споживачів, які не задоволені якістю того чи іншого товару; ціна не повинна бути занадто високою, кожен товар у своєму сегменті ринку серед конкурентів має свої цінові межі, тому керівник підприємства може використовувати цю цінову політику лише у відповідних межах, тобто підняти ціну до межі, узгодженої споживачем. Тому ціна є найважливішим критерієм для споживачів при прийнятті рішення про покупку. Для аналізу впливу попиту на споживача необхідно застосовувати системний підхід з метою прийняття відповідних управлінських рішень щодо цін.

Література:

1. Posokhov I. M. Methodological approach to predicting producer prices for petroleum products / I. M. Posokhov, N. A. Horenko, V. V. Chelak // Науковий вісник Полісся – 2018. – № 2 (14), pt. 2. – P. 147-153.

ЕФЕКТИВНІСТЬ КОНСТРУЮВАННЯ НОВОЇ ТЕХНІКИ

Потапов Ф.В., Мехович С.А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У період стрімкого розвитку технологій та зростання конкуренції на світовому ринку, ефективне конструювання нової техніки є вирішальним фактором успіху підприємств машинобудування, електроніки, авіакосмічної галузі та інших високотехнологічних сфер. Метою конструювання є створення інноваційного, конкурентоспроможного та економічно доцільного продукту. Ефективність цього процесу визначає його спроможність забезпечити технічні, економічні та експлуатаційні переваги нової техніки. Ефективність конструювання – це співвідношення між результатами процесу розробки нової техніки та витратами на її створення. Це також здатність конструкції задовольняти потреби споживача та вимоги ринку при мінімальних витратах.

Ключові критерії ефективності конструювання наступні. Технологічність конструкції: простота виготовлення, збирання, ремонту. Матеріаломісткість: економне використання матеріалів при збереженні міцності. Інноваційність: впровадження нових технічних рішень, що підвищують цінність продукту. Вартість проектування: фінансові витрати на створення конструкторської документації. Термін розробки: час на всі етапи проектування – від концепції до прототипу. Надійність та довговічність, екологічність, ергономічність: зручність користування технікою для людини. Етапи оцінювання ефективності: аналіз технічного завдання; оцінка використаних матеріалів і технологій; розрахунок загальної вартості проекту; прогноз експлуатаційних характеристик; порівняння з аналогами на ринку. Ефективне конструювання нової техніки забезпечує конкурентні переваги підприємства, скорочення термінів виходу на ринок, підвищення задоволеності споживачів і стійкий розвиток бізнесу. Критерії оцінювання ефективності дають змогу контролювати якість розробки, виявляти недоліки та вдосконалювати процес проєктування. Успіх інженерної діяльності значною мірою залежить від інтеграції новітніх технологій, командної взаємодії та системного підходу.

Література:

1. Витвицька О.Д. Особливості формування механізму регулювання інвестування інновацій в сучасних умовах // Науковий вісник НУБіПУ. Сер.: Економіка, аграрний менеджмент, бізнес. 2013. Вип. 181(4). С. 85-90.

2. Shpak N., Vytvytska O., Martynyuk O., Kylaec M., Sroka W., (2022). Formation of management and technological maturity levels of enterprises for their dynamic development. Engineering Management in Production and Services, 14(3), 1-12.

3. Бажал Ю.М. Інноваційне підприємництво: креативність, комерціалізація, екосистема : навч. посібник. Київ: Пульсари, 2015. 278 с.

4. Бузовський Є.А., Витвицька О.Д., Скрипниченко В.А. Нетрадиційні джерела енергії - вимоги часу. Науковий вісник НУБіПУ, 2008. Вип. 119. С. 289-294.

5. Перерва, П.Г. Інноваційні технології реструктуризації промислового підприємства. Маркетинг інновацій і інновації у маркетингу: збірник тез доповідей VIII Міжнар. науково-практ. конф., 25-26 вересня 2014 р. Суми: ТОВ "ДД "Папірус", 2014. С. 119-121.

ОРГАНІЗАЦІЙНІ ІННОВАЦІЇ У СТВОРЕННІ ТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ

Потапов Ф.В., Труш Є.В., Тюфанов Г.В.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Техні́чна систе́ма (ТС) – це штучно створена сукупність елементів і відношень (зв'язків) між ними, які утворюють цілісну структуру об'єкта, що має властивості, які не зводяться до властивостей елементів і призначена для виконання корисних функцій. Технологічні системи призначені для виконання певного технологічного процесу. Завдання технологічної технічної системи полягає в тому, щоб реалізувати певний технологічний процес на основі апріорної інформації, отриманої під час проведення прикладних досліджень. У світовій практиці створення технічних систем широко застосовуються організаційні інновації. Це не нові матеріали чи пристрої, а нові способи організації праці, управління, співпраці, комунікації та проектування у процесі створення технічних рішень. Вони стають особливо важливими в умовах діджиталізації, індустрії 4.0 та інтелектуалізації виробництва. Суттєвим напрямом організаційних інновацій у створенні технічної системи пропонується впровадження гнучкого проєктного управління інженерними командами (Agile Engineering). Це не просто зміна методики, а переосмислення культури інженерної роботи. Ефект досягається завдяки прозорості процесів, включенню замовника у всі етапи створення технічної системи, застосуванню цифрових технологій у реальному часі, гнучкій, адаптивній структурі команд. Аналітичне порівняння гнучкого проєктного управління інженерними командами із традиційним підходом дозволяє виділити ряд його переваг. Завдяки його інноваційності створююся економічний, організаційний та технологічний ефект. Організаційний ефект проявляється в організації поцесу на основі ітераційної моделі. Вигоди економічного ефекту полягають у зниженні вартості розробки, прискоренні виходу продукту на ринок, зменшенні витрат на тестування та оптимізації управлінських витрат. Ефект досягається за рахунок мінімізації переробок, зменшення кількості помилок, паралельного виконання завдань, швидкиого MVP, безперервного автоматизованого тестування (CI/CD) та створення самокерованих команд, у яких спострігається зменшення бюрократії. Вигоди технологічного ефекту отримуються завдяки швидкому впровадженні новітніх технологій, прискоренні інновацій та гнучкій інженерній архітектурі. Це досягається завдяки можливості адаптації до змін, інтеграції AI, IoT, Digital Twin у процес, системному тестуванні гіпотез та швидкому фідбеку Технологічний ефект формується за рахунок забезпечення мінімально життєздатного продукту.Можна виділити ключові фактори, що формують ефект Agile Engineering 1.Технічні:модульність систем,використання CAD/CAE/PLM у хмарі, Digital Twins, автоматизація CI/CD, мультидисциплінарність. 2. Командні: самоорганізація,постійна комунікація,короткі ітерації (1-4 тижні). 3.Процесні: Scrum/Kanban методики,щоденна синхронізація, гнучкість у прийнятті рішень. 4.Управлінські: прозорість у пріоритетах, демократичне управління.

ВПЛИВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ НА ТРАНСФОРМАЦІЮ ПРОЄКТНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ

Приз А.І., Фощій П.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В роботі розглянуто вплив штучного інтелекту на трансформацію проєктного менеджменту. Активне впровадження технологій штучного інтелекту (ШІ) суттєво змінює підходи до управління проєктами, забезпечуючи новий рівень автоматизації, аналітики та прийняття рішень. Застосування ШІ сприяє підвищенню ефективності управлінських процесів за рахунок обробки великих обсягів даних, прогнозування ризиків, оптимізації ресурсів і покращення комунікації в командах [1].

Одним із ключових напрямів використання ШІ є автоматизація рутинних завдань, таких як складання графіків, контроль виконання, моніторинг витрат та управління документообігом. Це дозволяє керівникам проєктів зосередитись на стратегічних аспектах управління, знижуючи навантаження на оперативний рівень. Інтелектуальні системи аналітики на основі машинного навчання забезпечують більш точне прогнозування термінів виконання, виявлення потенційних затримок і пропонують оптимальні рішення для їх запобігання.

ШІ також трансформує процес управління ризиками шляхом аналізу історичних даних та ідентифікації закономірностей, які можуть залишитися непоміченими при традиційному підході. Використання чат-ботів та віртуальних асистентів покращує внутрішню та зовнішню комунікацію в проєктних командах, забезпечуючи швидкий доступ до інформації та підтримку процесу прийняття рішень. Водночас впровадження ШІ у проєктний менеджмент потребує адаптації організаційної культури, розвитку цифрових компетентностей персоналу та вирішення питань етичного характеру, зокрема щодо збереження конфіденційності даних і відповідальності за рішення, прийняті автоматизованими системами.

Штучний інтелект не замінює повністю роль керівника проєкту, але суттєво змінює функціональну структуру управління, зміщуючи акценти з контролю за процесами на аналітику, стратегічне планування та управління змінами. Використання ШІ стає основою для формування нової моделі проєктного менеджменту, орієнтованої на гнучкість, швидкість реагування та підвищення якості управлінських рішень.

Отже, штучний інтелект виступає каталізатором трансформації проєктного менеджменту, забезпечуючи зростання ефективності, зниження ризиків і підвищення конкурентоспроможності організацій в умовах цифрової економіки.

Література:

1. Лимбірка А.К., Фощій П.М. Роль штучного інтелекту в управлінні проєктами. Матеріали XXXII Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я». (22–25 травня 2024 р.) Харків : НТУ «ХПІ», 2024. С. 819.

ХОЛАКРАТІЯ ЯК МОДЕЛЬ УПРАВЛІННЯ ОРГАНІЗАЦІЄЮ: ПЕРЕВАГИ ТА ВИКЛИКИ

Проданова Л.В.
Черкаський державний технологічний університет, м. Черкаси

В роботі розглянуто питання впровадження холакратії як моделі управління організацією, проаналізовано її ключові переваги, а також визначено основні виклики, пов'язані з її реалізацією в сучасному бізнес-середовищі.

Холакратія (або «управління цілим») тісно пов'язана з організаційною структурою – представляє собою альтернативний підхід до структурування організації; відображує ідею самоорганізованих, але взаємопов'язаних елементів в організаційній структурі. Ключові аспекти холакратії в контексті організаційної структури: заміна традиційної ієрархії на систему самоорганізованих груп (команд); чіткий розподіл ролей замість посад; децентралізація прийняття рішень; гнучкість у зміні структури відповідно до потреб організації; прозорість процесів та інформації в межах організації.

Переваги холакратії як моделі управління організацією полягають у такому: гнучка структура дозволяє організації швидко реагувати на зміни ринку та зовнішнього середовища; співробітники на всіх рівнях організації мають повноваження приймати рішення в межах своїх ролей, що прискорює бізнес-процеси; автономія та можливість впливати на процеси підвищують мотивацію та задоволеність роботою; система дозволяє співробітникам проявляти ініціативу та брати на себе нові ролі відповідно до їхніх здібностей; чіткий розподіл ролей та відповідальності забезпечує більшу прозорість в організації; відсутність традиційної ієрархії знижує бюрократичні бар'єри; «командна» структура сприяє більш відкритому обміну інформацією та ідеями; команди мають чітко визначену мету, що допомагає організації залишатися сфокусованою на загальних цілях. Така модель здатна швидко адаптуватися до змін розмірів організації без надмірного ускладнення управлінської структури, одночасно створюючи сприятливе середовище для генерації та імплементації інноваційних ідей, що сукупно сприяє підвищенню адаптивності та конкурентоспроможності підприємства в умовах динамічного бізнес-середовища.

Впровадження моделі холакратії в сучасному бізнес-середовищі стикається з низкою суттєвих викликів, зокрема складністю реалізації радикальних організаційних змін, подоланням культурного опору, необхідністю масштабного навчання персоналу, адаптацією до правових та регуляторних обмежень, переосмисленням систем оцінки ефективності та винагороди, а також потенційними труднощами у збереженні стратегічного фокусу та ефективному прийнятті рішень в умовах розподіленої відповідальності.

Література:

1. Лалу Ф. Компанії майбутнього / пер. з англ. Р. Клочко. Харків, 2017. 544 с.

ДЕЯКІ АСПЕКТИ ФІНАНСОВОГО УПРАВЛІННЯ ІНВЕСТИЦІЙНИМИ ПРОЄКТАМИ

Пронякін Є.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Фінансове управління інвестиційними проєктами є багатовимірним процесом, що охоплює планування, залучення, розподіл і контроль фінансових ресурсів з метою забезпечення ефективності капіталовкладень і досягнення стратегічних цілей інвестора. Успішне управління фінансами в рамках інвестпроєктів залежить від якості оцінки вартості грошей у часі, ризиків, грошових потоків та показників ефективності.

Серед ключових аспектів варто виділити:

- Оцінка інвестиційної привабливості – здійснюється з використанням таких фінансових індикаторів, як Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR), Profitability Index (PI) та Payback Period.
- Фінансова структуризація проєкту – передбачає визначення оптимального співвідношення власного та позикового капіталу відповідно до критеріїв вартості капіталу (WACC) та фінансової стійкості.
- Управління ризиками – включає ідентифікацію та аналіз ризиків (політичних, фінансових, операційних), а також застосування інструментів хеджування, страхування та сценарного аналізу для їх мінімізації.
- Контроль і моніторинг – реалізується шляхом управлінського обліку, порівняння планових і фактичних показників, а також періодичного перегляду фінансової моделі проєкту з урахуванням змін у зовнішньому середовищі.

В умовах цифровізації бізнес-середовища актуальним є використання технологій financial modeling, sensitivity analysis та Monte Carlo simulation, що дозволяють гнучко реагувати на змінні параметри проєктного середовища та підвищити точність прогнозування.

Загалом, ефективне фінансове управління інвестиційними проєктами потребує комплексного підходу, який враховує як класичні принципи фінансової аналітики, так і сучасні цифрові інструменти для підвищення прозорості, обґрунтованості рішень і стійкості проєкту в довгостроковій перспективі.

ГРОМАДСЬКІ ІНІЦІАТИВИ ТА ЦИФРОВІ ПЛАТФОРМИ: СИНЕРГІЯ У ЗАЛУЧЕННІ ІНВЕСТОРІВ

Пульча Д.О.

Національний університет «Одеська політехніка», м. Одеса

У сучасних умовах залучення інвестицій в регіональні підприємства значною мірою залежить від ефективності комунікації між бізнесом, громадськими ініціативами та потенційними інвесторами. Цифрові платформи відіграють ключову роль у формуванні прозорого інвестиційного середовища, забезпечуючи доступ до аналітичних даних, кейсів успішних проєктів та механізмів взаємодії між зацікавленими сторонами [1].

Ефективне залучення інвестицій в підприємства регіону залежить не лише від економічних показників, але й від спроможності місцевої громади створити сприятливе середовище для бізнесу та інвесторів. Громадські ініціативи, у поєднанні з цифровими платформами, стають ключовими елементами формування позитивного іміджу регіону, забезпечуючи прозорість процесів, доступ до інформації та інтерактивну взаємодію з потенційними партнерами

До основних аспектів синергії громадських ініціатив та цифрових платформ можна віднести:

–формування інвестиційного іміджу регіону;

–автоматизація процесів залучення інвестицій;

–взаємодія між бізнесом та громадськими організаціями.

Аналітичні сервіси, серед яких Google Analytics та Power BI, відіграють ключову роль у процесах оцінки ризиків, дозволяючи підприємствам аналізувати ринкові тенденції та формувати прогнозні моделі залучення капіталу. Використання блокчейн-рішень, таких як Ethereum та Hyperledger, забезпечує прозорість фінансових операцій, що сприяє формуванню довіри інвесторів і зменшенню ризиків шахрайства.

Отже, можна дійти висновку, що синергія громадських ініціатив та цифрових платформ є важливим фактором у залученні інвесторів. Використання сучасних технологій дозволяє підвищити рівень прозорості, автоматизувати процеси комунікації та створити сприятливе середовище для розвитку бізнесу. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на аналіз ефективності конкретних цифрових рішень у контексті регіонального розвитку.

Література:

1. Поліський фонд міжнародних та регіональних досліджень, 2020. Цифрові трансформації в Україні: чи відповідають вітчизняні інституційні умови зовнішнім викликам та європейському порядку денному?. Режим доступу –http://eap-csf.org.ua/wpcontent/uploads/2021/04/Research_DT_PF_WG2_ua-1.pdf.

МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ОЦІНКИ РИЗИКІВ ІНВЕСТИЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Пуцентела О.І.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Ухвалення рішення про реалізацію інвестиційного проекту потребує його всебічного аналізу та оцінки.

Найважливішим завданням економічного аналізу інвестиційних проектів є розрахунок майбутніх грошових потоків, що виникають під час реалізації виробленої продукції. Тільки грошові потоки, що надходять, можуть забезпечити окупність інвестиційного проекту, тому саме вони, а не прибуток стають головним об'єктом аналізу. Таким чином, економічний аналіз інвестиційних рішень має бути заснований на дослідженні доходів і витрат у формі грошових потоків. Під час аналізу ефективності інвестиційних проєктів часто доводиться стикатися з тим, що потоки грошових коштів (витрати і доходи), які розглядаються під час їхньої оцінки, відносяться до майбутніх періодів і мають прогнозний характер. Невизначеність прогнозованих результатів зумовлена впливом як економічних чинників (коливання ринкової кон'юнктури, цін, валютних курсів, рівня інфляції тощо), які не залежать від зусиль інвесторів, так і неекономічних чинників (кліматичні та природні умови, політичні відносини тощо), які не завжди піддаються точній оцінці.

У питанні про аналіз та оцінку ризику інвестиційного проекту також немає методологічної однозначності. Зазвичай виокремлюють два основні підходи (якісний і кількісний), однак під час розгляду конкретних методів оцінки спостерігаються суттєві розбіжності.

Головне завдання якісного підходу полягає у виявленні та ідентифікації можливих видів ризиків інвестиційного проєкту, який розглядають, а також у визначенні та описі джерел і чинників, що впливають на цей вид ризику. Крім того, якісний аналіз передбачає опис можливого збитку, його вартісної оцінки та заходів щодо зниження або запобігання ризику (диверсифікація, страхування ризиків, створення резервів тощо).

Якісний підхід, що не дає змоги визначити чисельну величину ризику інвестиційного проекту, є основою для проведення подальших досліджень за допомогою кількісних методів.

Основне завдання кількісного підходу полягає в чисельному вимірі впливу факторів ризику на поведінку критеріїв ефективності інвестиційного проекту.

Найчастіше використовують такі якісні методи оцінки інвестиційного ризику: аналіз доцільності витрат; метод аналогій; експертних оцінок.

Найбільшого поширення при оцінці ризику інвестиційних проектів (особливо виробничих інвестицій) набули такі кількісні методи: статистичний метод; аналіз чутливості; метод перевірки стійкості; метод сценаріїв; імітаційне моделювання (метод статистичних випробувань, метод Монте-Карло); метод еквівалентного грошового потоку; метод коригування ставки дисконтування.

МАРКЕТИНГОВІ СТРАТЕГІЇ ДЛЯ ПІДТРИМКИ УКРАЇНСЬКИХ ВИРОБНИКІВ В УМОВАХ ГЛОБАЛЬНОЇ КОНКУРЕНЦІЇ

Райко Д.В., Рибалкін О.А., Кондратенко О.А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,м. Харків

У сьогоденних реаліях глобалізації та цифрової трансформації маркетингові стратегії є ключовим інструментом для розвитку бізнес-структур. Маркетингові стратегії визначають загальний вектор діяльності підприємства задля досягнення його стратегічних цілей. Водночас звичні підходи до їх класифікації вже не повністю відповідають сучасним викликам, що обумовлює необхідність розгляду нових моделей, які б брали до уваги як внутрішні, так і зовнішні виклики.

Важливою частиною маркетингових стратегій є інтегрування цифрових технологій, що дає змогу покращити ефективність комунікації з клієнтами, оптимізувати витрати та забезпечити гнучкіше управління ресурсами. У цьому сенсі цифровізація виступає як ключовий чинник, який дозволяє бізнесу не тільки пристосовуватися до сучасних умов, але й відкривати нові можливості для росту та розвитку [1].

У сьогоденні, коли бізнес-клімат зазнає серйозних змін під тиском глобалізації, цифровізації та геополітичних факторів, особливу вагу мають такі маркетингові стратегії, що ґрунтуються на: а) цифровій трансформації та технологічних нововведеннях; б) інтерактивному маркетингу та віртуальних технологіях; в) підтримці сталого розвитку та екологічних починаннях; г) персоналізації та гіперперсоналізованих пропозиціях; д) використанні блокчейн-технологій для прозорості та довіри (для відстеження історії виготовлення та постачання продукції); е) інфлюенс-маркетингу та спільному підході; є) міжнародній колаборації та взаємодії з іншими брендами; ж) інноваційних методах дистрибуції та доставки (використання сучасних технологій для ефективної мікродистрибуції, доставка через локальних партнерів); з) гейміфікація маркетингових кампаній; и) впровадженні інноваційних технологій в упаковку (впровадження пакування з біорозкладних матеріалів або упаковки, що може бути повторно використана); і) агільних стратегіях та швидких експериментах; ї) стратегіях контент-маркетингу [2].

Інтеграція та інновації – важливі чинники маркетингових стратегій, які сприяють українським виробникам досягати успіху в конкурентному світі, використовуючи технологічні новації та сучасні підходи до маркетингу.

Література:

1. Старецький А. О. Класифікація маркетингових стратегій для забезпечення розвитку бізнес-структур. *Академічні візії*. 2024. Випуск 36.

2. Носань Н.С. Інноваційні маркетингові стратегії сучасного українського підприємства. *Економіка та суспільство*. 2024. Випуск 59.

ПЕРСПЕКТИВИ ПРОГРАМИ ПОДВІЙОГО ДИПЛОМУ

Райхлінг Петер[1], Новік І.О.[2]
[1]Магдебургський університет Отто-фон-Геріке, м. Магдебург
[2]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасному глобалізованому освітньому середовищі програми подвійного диплому набувають дедалі більшого значення. Вони відкривають студентам можливість отримати освіту у двох університетах одночасно та здобути два дипломи – українського та іноземного зразка. Такі програми сприяють академічній мобільності, підвищенню статусу випускників на ринку праці.

Програма подвійного диплому (Double Degree Program) – це освітній формат, за яким студент навчається паралельно в двох університетах, що мають між собою договір про академічну співпрацю. Перша частина навчання – в університеті країни походження, друга – в партнерському закладі за кордоном.

Переваги для студентів: отримання диплома, визнаного в ЄС або інших міжнародних юрисдикціях; покращення знання іноземної мови та міжкультурної комунікації; розширення академічного горизонту та доступ до сучасних освітніх практик; можливість проходження практики в міжнародних компаніях; підвищення шансів на працевлаштування за кордоном. Переваги для університетів: поглиблення міжнародної співпраці; залучення іноземних викладачів і студентів; міжнародна акредитація програм; розширення академічної репутації. Виклики реалізації програм: різниця в навчальних планах і кредитній системі; вартість навчання та проживання за кордоном; необхідність визнання предметів і результатів навчання обома сторонами; мовні бар'єри; організаційна складність координації процесів. Перспективи розвитку: розширення партнерських мереж між українськими та європейськими ЗВО; підтримка з боку міжнародних програм, зокрема Erasmus+; дистанційні та змішані формати реалізації програм подвійного диплому; інтеграція у освітній простір ЄС. Програми подвійного диплому – це стратегічний напрям модернізації вищої освіти в Україні. Вони підвищують мобільність студентів, сприяють розвитку людського капіталу та формують нову якість освітнього середовища з орієнтацією на світові стандарти.

Література:

1. Витвицька О. Д., Демешкант Н. А. Особливості інноваційного розвитку економіки і завдання аграрної науки та освіти. Агросвіт № 9, 2015. С. 3-7.
2. Перерва, П.Г. Інноваційні технології реструктуризації промислового підприємства. Маркетинг інновацій і інновації у маркетингу: збірник тез доповідей VIII Міжнар. науково-практ. конф., 25-26 вересня 2014 р. Суми: ТОВ "ДД "Папірус", 2014. С. 119-121.
3. Кулаєць М.М., Бабієнко М.Ф., Лайко П.А., Витвицька О.Д. Інноваційна діяльність в аграрній сфері // *Економіка АПК*. 2011. № 2. С. 100-107.
4. Витвицька О.Д. Концептуальні підходи до дослідження механізму інноваційно-інвестиційного розвитку зерновиробництва // Агроінком. 2013. №10-12. С.10-14.
5. Скрипниченко В.А. Інноваційні аспекти виробництва біопалива на Україні: стан, проблеми, перспективи // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2009. С. 175-180.

АКАДЕМІЧНА ДОБРОЧЕСНІСТЬ ЯК АКТУАЛЬНА ВИМОГА ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОСТОРУ

Решетняк Н. Б., Кузьменко О. В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Академічна доброчесність як вимога організації освітнього простору дедалі частіше згадується у науковій літературі. Зазначена категорія стала досліджуватися в Україні останнім часом. Варто проаналізувати еволюцію її вивчення. До найбільш значних наукових праць, присвячених академічній доброчесності, слід віднести публікації таких вчених як Зеленецький В., Назаров І., Тицька Я. Важливе місце серед присвячених цій проблематиці досліджень посідає дисертація Сопової Д. на тему «Академічна чесність як складова професійної підготовки майбутніх фахівців в університетах Європейського Союзу». Також останнім часом проблема академічної доброчесності стала досить поширеною у зв'язку з підвищенням кваліфікації українськими науковцями за зарубіжними програмами. Це спонукає вітчизняних науковців публікувати різноманітні праці на згадану тему. Академічна доброчесність активно досліджується в державах Європейського Союзу. В англомовній літературі ця категорія відома як «Academic integrity». Вона інтенсивно вивчається в зарубіжній науці. Термін «академічна доброчесність» з'явився в юридичному лексиконі України у 2017 р. Саме тоді був ухвалений Закон України «Про освіту». У ньому академічна доброчесність згадується багаторазово. Вона віднесена в цьому нормативному акті до засад політики держави у сфері освіти, а також до принципів освітньої діяльності. Безпосередньо академічній доброчесності присвячена окрема стаття згаданого закону, де міститься її визначення, форми порушення, а також несприятливі наслідки за її порушення. Належні новели з'явилися у Законі України «Про вищу освіту». Тут поняття «академічна доброчесність» зустрічається близько десяти разів. У закладах вищої освіти України останнім часом були затверджені так звані кодекси академічної доброчесності, створені спеціальні профільні комісії, до повноважень яких, зокрема, належить оцінка дотримання її принципів. Система боротьби з порушенням академічної доброчесності стала досить якісно працювати. Повністю усунути відповідні порушення, вважаємо, неможливо. Звернемо увагу на перспективи правового регулювання академічної доброчесності. Маємо на увазі законопроект «Про академічну доброчесність». У ньому говориться, що наразі питання доброчесності в освіті та науковій діяльності врегульовано в України лише частково. Зауваженнями до законопроекту є насамперед неузгодженість деяких його категорій з нормами цивільного права України, відсутність легітимного порядку відкликання твору науки, питання санкцій за порушення академічної доброчесності та дещо інше. Тож подальше дослідження академічної доброчесності як актуальної вимоги організації освітнього простору має перспективи та чекає на своїх дослідників.

УПРАВЛІННЯ МОТИВАЦІЄЮ ПЕРСОНАЛУ НА ПІДПРИЄМСТВІ

Рожко А.О., Кармінська-Бєлоброва М.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Основним питанням є система мотивації – це взаємопов'язані організаційно-економічні, матеріально-технічні та соціально-психологічні засоби, що стимулюють працівників до продуктивної діяльності. Механізм мотивації перетворює статичні фактори на динамічний процес. Система включає фінансово-економічні методи, відповідальних фахівців, критерії заохочення та оцінювання [1, с.295]. У ході дослідження було визначено узагальнену класифікацію методів мотивації персоналу [2]:

– матеріальні (зарплата, премії) забезпечують базові потреби, економічний стимул, зв'язок результат-винагорода;

– нематеріальні (визнання, розвиток, автономність, гнучкий графік) створюють моральне задоволення, внутрішню мотивацію;

– соціальні (корпоративна культура, підтримка колективу, соціальна відповідальність) формують приналежність, командний дух, ідентичність працівників з цінностями організації;

– організаційно-управлінські (делегування, участь у рішеннях) розвивають відповідальність, ініціативність, структурованість;

– інноваційні (HRM-платформи, геймифікація, KPI) забезпечують персоналізований підхід при дистанційній роботі, прозорість діяльності.

Інноваційними інструментами мотивації команд виділяють: гейміфікація як використання ігрових елементів для емоційної зацікавленості; системи електронного визнання (своєчасна індивідуальна подяка); програми розвитку персоналу (поєднання традиційних і цифрових форм навчання); гнучкий графік і віддалена робота (баланс між роботою та особистим життям); командні цілі; ергономічні робочі місця, зони відпочинку, психологічна підтримка [2].

Отже, ефективне управління мотивацією потребує комплексного підходу – поєднання методів, матеріальних та нематеріальних стимулів. Успішні мотиваційні системи враховують індивідуальні потреби працівників, адаптуються до змін зовнішнього середовища. Ключовим фактором є створення мотиваційного механізму, що трансформує статичні елементи в динамічний процес, який постійно вдосконалюється та відповідає стратегічним цілям підприємства, одночасно сприяючи професійному розвитку та задоволеності працівників.

Література:

1. Скриль В. В., Галайда Т. О. Ефективне використання мотиваційного механізму в системі управління персоналом на підприємстві. *Економічний форум.* 2015. №1. С. 294-300.

2. Назаренко С.А., Малиновський А.І. Інноваційні методи мотивації на сучасному торговому підприємстві. *Економіка та суспільство.* 2023. №57.

ГІБРИДНЕ УПРАВЛІННЯ ЯК СУЧАСНА МОДЕЛЬ РЕАЛІЗАЦІЇ МІЖНАРОДНИХ ПРОЄКТІВ

Рябуха А.В., Клепікова С.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасних умовах глобалізації, цифрової трансформації та високої динаміки середовища міжнародні проєкти потребують нових підходів до реалізації. Традиційні моделі управління, такі як PMBOK або PRINCE2, забезпечують структурованість, але часто виявляються недостатньо гнучкими в умовах змін. З іншого боку, гнучкі методології такі, як Agile, Scrum, Kanban не завжди адаптовані до масштабних транснаціональних проєктів із багаторівневою ієрархією, фіксованими бюджетами та часовими обмеженнями.

У відповідь на ці виклики формується гібридне управління як сучасна модель реалізації міжнародних проєктів. Гібридні моделі поєднують сильні сторони класичних та Agile-підходів дозволяючи застосовувати фазність, контрактну логіку та чітке планування, характерні для методологій PMBOK або PRINCE2, з ітеративністю, автономністю команд і клієнтоцентричністю, притаманними Agile-підходам.

Згідно зі звітом Project Management Institute (2021), саме гібридні методології демонструють вищу ефективність серед організацій з високим рівнем адаптивності - 24 % таких компаній вже використовують гібридні моделі, що перевищує показники традиційних систем [1].

Гібридна модель управління забезпечує гнучку адаптацію до культурного розмаїття команд, оптимізацію ризиків, кращу координацію стейкхолдерів та можливість масштабування. Вона є особливо ефективною у поетапній реалізації міжнародних проєктів, коли на різних стадіях використовуються різні методології (наприклад, Waterfall на початковому етапі і Scrum - на етапі розгортання). При цьому впровадження такої моделі потребує високого рівня управлінської зрілості, міждисциплінарної компетентності та гнучкого підходу до звітності й прийняття рішень.

Таким чином, гібридне управління варто розглядати як сучасну модель реалізації міжнародних проєктів, що дозволяє ефективно поєднувати стратегічну передбачуваність із тактичною адаптивністю. Його застосування забезпечує відповідь на виклики багатофакторного середовища та відкриває нові можливості для підвищення результативності проєктної діяльності.

Література:

1. Project Management Institute. Beyond Agility. Newtown Square, PA, USA : Project Management Institute, 2021. 68 с. URL: https://www.pmi.org/learning/thought-leadership/pulse/pulse-of-the-profession-2021 (дата звернення: 11.04.2025).

АКТУАЛЬНІ ЗМІНИ НА ФОНДОВОМУ РИНКУ УКРАЇНИ ТА ЇХ РОЛЬ У ФОРМУВАННІ БІРЖОВИХ ІНДЕКСІВ

Савченко Р.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

На фоні російської агресії майже непоміченим пройшло анулювання ліцензії Української біржі на провадження діяльності на ринках капіталу та організованих товарних ринках у 2024 р. [1]. Це рішення регулятора не стало несподіванкою для учасників ринку, адже попередження про можливі заходи щодо Української біржі та біржі ПФТС надходили ще у квітні 2024 р. [2].

Втрата одного з ігроків не мала суттєвого впливу на ринок, адже у 2021 – 2024 рр. через нього проводилось у середньому менше 5% торгів на ринках. Водночас ми втратили один із важливих інструментів аналізу ринку – індекс українських акцій, що його розраховувала УБ. На рисунку 1 можна побачити динаміку двох фондових індексів, що розроблені УБ та ПФТС.



Рисунок 1 -Динаміка значень індексів фондових бірж України у 2024 – 2025 рр.

Враховуючи те, що обидві організації у використовували для розрахунків майже однаковий кошик цінних паперів, можна стверджувати що індекс УБ більше відповідав реальному стану українського ринку. На користь цього твердження свідчать і обсяги торгів акціями українських емітентів на УБ – у 2021 – 2024 рр. через неї проходило від 50 до 96% торгів ними [3].

Література:

1. НКЦПФР анулювала ліцензії АТ «УКРАЇНСЬКА БІРЖА» – НКЦПФР. URL: https://www.nssmc.gov.ua/nktspfr-anuliuvala-litsenzii-at-ukrainska-birzha/ (дата звернення: 04.04.2025).

2. В Україні може залишитися тільки одна фондова біржа: ПФТС і УБ загрожує втрата ліцензій. *LIGA*. URL: https://finance.liga.net/ua/stock/novosti/v-ukraini-mozhe-zalyshytysia-tilky-odna-fondova-birzha-pfts-i-ub-zahrozhuie-vtrata-litsenzii (дата звернення: 04.04.2025).

3. Аналіз ринку – НКЦПФР. URL: https://www.nssmc.gov.ua/news/insights/ (дата звернення: 04.04.2025).

МАРКЕТИНГОВІ МЕХАНІЗМИ ЯК ІНСТРУМЕНТ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОНКУРЕНТНИХ ПЕРЕВАГ ПІДПРИЄМСТВА

Самойлов О.В., Романчик Т.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Маркетингова діяльність у сучасному бізнес-середовищі відіграє важливу роль, оскільки напряму впливає на конкурентоспроможність підприємства та дозволяє адаптуватись до змін, залучити нових споживачів і утримати їх, а також створити стійкі конкурентні переваги. Для цього компаніям потрібно сформувати унікальну торгову пропозицію (УТП), постійно проводити аналіз ринку та споживчих потреб, продумати цінову політику, комунікаційну стратегіу, рекламну та PR стратегію бренду. Все це є маркетинговими механізмами.

Реклама є ключовим інструментом маркетингових механізмів, який сприяє формуванню іміджу бренду, підвищенню впізнаваності продукції та створенню попиту. Зокрема, сучасні рекламні технології, такі як таргетована реклама, контент-маркетинг, інфлюенс-маркетинг дозволяють підвищити ефективність маркетингових заходів та забезпечити більш точне охоплення цільової аудиторії [1].

Правильне використання маркетингових механізмів дозволяє підприємству керувати лояльністю клієнтів за рахунок створення позитивного досвіду взаємодії, оптимізацію витрат на просування продукції через використання цифрових каналів комунікації [2]. Наприклад, правильно налаштована таргетована реклама у Facebook дозволяє скоротити витрати на залучення клієнтів у порівнянні з традиційними каналами реклами. В залежності від ніші, вартість клієнта може становити від 1$. А дослідження Influencer Marketing Hub показують, що компанії отримують у середньому $5,78 за кожен долар, витрачений на інфлюенс-маркетинг, що відповідає 578% ROI (повернення інвестицій) [3], що робить його одним із найбільш ефективних інструментів сучасного маркетингу.

Ефективне використання маркетингових інструментів дозволяє оперативно реагувати на виклики зовнішнього середовища, активно формувати ринкові тренди та успішно підвищувати конкурентоспроможність підприємства.

Література:

1. Шевченко Г.І., Пономаренко В.С. Інноваційні аспекти маркетингу. – Одеса: Астропринт, 2020. – 320 с.

2. Гусев С. М. Інтернет-маркетинг: теорія та практика. – Київ: Академвидав, 2021. – 368 с.

3. The State of Influencer Marketing 2020: Benchmark Report [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://influencermarketinghub.com/ influencer-marketing-benchmark-report-2020/

РОЗРОБКА ТА РЕАЛІЗАЦІЯ ФІНАНСОВОЇ СТРАТЕГІЇ В СИСТЕМІ СТРАТЕГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВОМ

Сафронов А.В.
Харківський національний університет ім. В.Н.Каразіна, м. Харків

Фінансова стратегія є невіддільною частиною загальної стратегії підприємства та відіграє ключову роль у забезпеченні його стабільного розвитку. Саме вона дозволяє сформувати обґрунтований фінансовий курс, який враховує як внутрішні ресурси, так і виклики зовнішнього середовища. За умов ринкової невизначеності та жорсткої конкуренції ефективна фінансова стратегія стає основою для досягнення довгострокових цілей, раціонального розподілу ресурсів, управління ризиками й адаптації до змін.

Механізм формування та реалізації фінансової стратегії охоплює кілька важливих складових. По-перше, йдеться про визначення стратегічних фінансових цілей і критеріїв їх досягнення. По-друге – про реальну оцінку фінансового потенціалу підприємства та ефективне використання наявних і залучених ресурсів. По-третє, важливо забезпечити гнучкість стратегії для швидкого реагування на нові інвестиційні можливості, зміни в регуляторному полі чи економічній ситуації.

Актуальним також є чіткий зв'язок між стратегічним, поточним та оперативним рівнями фінансового управління.

Успішна фінансова стратегія має базуватись на принципах системності, аналітичності та стратегічного бачення. Для цього підприємству важливо впроваджувати сучасні інструменти фінансового планування й моніторингу, залучати цифрові рішення та формувати корпоративну культуру, що підтримує стратегічне мислення. Сильна корпоративна культура сприяє ефективній реалізації обраного курсу, консолідує команду навколо спільних цілей і підвищує відповідальність за досягнення результатів. На сучасному етапі розвитку підприємств в Україні особливої уваги набуває інтеграція фінансової стратегії з іншими елементами стратегічного управління, зокрема з кадровою, інноваційною та корпоративною стратегіями. Це дозволяє не лише забезпечити фінансову стабільність, а й підвищити конкурентоспроможність підприємства на внутрішньому та зовнішньому ринках.

Таким чином, фінансова стратегія виступає не лише інструментом управління, а й потужним драйвером змін, що формує основу для сталого розвитку підприємства в довгостроковій перспективі.

Література:

1. Бланк І.А. Управління фінансовою стратегією підприємства. – К.: НІКА-Центр, 2012.
2. Зубілевич С.Р. Стратегічне управління фінансами підприємства. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2020.

ВИБІР ФІНАНСОВОЇ СТРАТЕГІЇ АКЦІОНЕРНОГО ТОВАРИСТВА В УМОВАХ ЕКОНОМІЧНОЇ НЕСТАБІЛЬНОСТІ

Семенов К.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В умовах економічної турбулентності фінансова стратегія акціонерного товариства повинна забезпечувати не лише стабільність, а й здатність адаптуватися до динамічних змін зовнішнього середовища. Вибір стратегії визначає довгострокову стійкість і конкурентоспроможність підприємства.

У періоди нестабільності доцільно використовувати оборонну, консервативну або кризову стратегію, що спрямована на збереження ліквідності, зниження фінансових ризиків, оптимізацію витрат. Після стабілізації економіки компанія може перейти до агресивної або інвестиційної стратегії розвитку.

Ключовими чинниками в даному питанні є: макроекономічна ситуація, рівень інфляції, доступ до фінансових ресурсів, валютна політика, державне регулювання, платоспроможність споживачів, геополітична напруга. На мікрорівні – структура капіталу, ліквідність, фінансова стійкість, стратегічні цілі та очікування акціонерів.

Вибір стратегії повинен базуватись на глибокому аналізі ризиків (кредитних, валютних, операційних), а також на використанні сценарного моделювання для прогнозування фінансових результатів у різних умовах. Це дозволяє зменшити ймовірність фінансових втрат та зберегти вартість бізнесу [1].

У кризових умовах важливо демонструвати прозорість, стабільність рішень та антикризовий план дій. Це формує довіру з боку акціонерів, підвищує інвестиційну привабливість і сприяє збереженню капіталізації товариства.

Умови економічної нестабільності висувають особливі вимоги до фінансової стратегії акціонерного товариства. Ефективний вибір стратегії повинен ґрунтуватися на глибокому аналізі внутрішніх можливостей підприємства та зовнішніх ризиків, адаптації до змін і забезпеченні фінансової гнучкості. Успішна реалізація такої стратегії дозволяє не лише мінімізувати втрати у кризові періоди, але й створити основу для подальшого зростання вартості бізнесу, зміцнення довіри акціонерів та підвищення інвестиційної привабливості компанії. У цьому контексті фінансова стратегія перетворюється на ключовий інструмент забезпечення стійкості та довгострокової ефективності діяльності акціонерного товариства.

Література:

1. Лагунов К. В. Аналіз фінансового стану як інструмент забезпечення економічної безпеки підприємства. *Інвестиції: практика та досвід*. 2025. №3. С. 163–168. DOI: 10.32702/2306-6814.2025.3.163

МОНІТОРИНГ ФІНАНСОВОГО СТАНУ ПІДПРИЄМСТВА: СУТНІСТЬ ТА КЛЮЧОВІ ПІДХОДИ

Сервуля В.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Моніторинг фінансового стану підприємства є фундаментальною складовою ефективного управління, що передбачає систематичний збір, обробку, аналіз та інтерпретацію даних про його фінансові показники. В умовах сучасної економіки, яка характеризується нестабільністю ринків, посиленням конкурентної боротьби та зростанням рівня невизначеності, постійний моніторинг набуває особливої актуальності. Він слугує надійною інформаційною базою для прийняття обґрунтованих управлінських рішень, дозволяє своєчасно ідентифікувати проблемні зони та запобігати розвитку кризових явищ.

Серед ключових підходів до здійснення моніторингу фінансового стану підприємства особливе місце займає аналіз фінансових коефіцієнтів. Цей метод передбачає розрахунок та інтерпретацію різноманітних коефіцієнтів, що відображають ліквідність, платоспроможність, рентабельність та ділову активність підприємства.

Іншим важливим підходом є аналіз фінансової звітності, що включає методи вертикального та горизонтального аналізу балансу, звіту про фінансові результати та звіту про рух грошових коштів.

Крім того, значну роль у моніторингу відіграє моделювання та прогнозування фінансового стану. Побудова фінансових моделей, зокрема із застосуванням методу дисконтованих грошових потоків (DCF), та прогнозування майбутніх фінансових показників. Застосування стрес-тестування дозволяє визначити стійкість підприємства до несприятливих зовнішніх та внутрішніх факторів. Важливим елементом системи моніторингу є також використання систем раннього попередження фінансової кризи. Ці системи, що базуються на статистичному аналізі та методах машинного навчання, спрямовані на ідентифікацію ознак погіршення фінансового стану на початкових етапах. При цьому необхідно враховувати не лише кількісні показники, але й якісні фактори та експертні оцінки.

Для забезпечення ефективного моніторингу фінансового стану підприємства необхідна інтеграція різних аналітичних підходів. Комбіноване використання аналізу коефіцієнтів, фінансової звітності, моделювання та систем раннього попередження дозволяє отримати більш глибоке та всебічне розуміння фінансової стійкості та платоспроможності підприємства. Побудова ефективної системи моніторингу повинна враховувати специфіку галузі, розмір підприємства та стратегічні цілі управління. Важливу роль у цьому процесі відіграє впровадження сучасних інформаційних технологій та автоматизація аналітичних процедур, що сприяє підвищенню оперативності та якості моніторингу.

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДОЛОГІЇ WATERFALL В СУЧАСНОМУ ПРОЄКТНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Сидоров О.Ю., Фощій М.Д.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В роботі розглянуто особливості використання методології Waterfall в сучасному проєктному середовищі. Каскадна модель управління проєктами, відома як Waterfall, є однією з найстаріших та найбільш структурованих методологій, що передбачає послідовне виконання етапів проєкту від формування вимог до фінальної реалізації. Такий підхід базується на детальному плануванні та жорсткому дотриманні визначеної послідовності дій, що забезпечує високу передбачуваність процесу.

В умовах стабільних проєктів із чітко визначеними вимогами Waterfall залишається ефективним інструментом, зокрема у сферах будівництва, виробництва, інженерії та інших галузях, де зміни в ході виконання проєкту є критичними або небажаними. Жорстка структуризація процесу дозволяє зосередити увагу на контролі термінів, ресурсів і бюджету, що є перевагою для регламентованих проєктів з високим рівнем стандартизації. Водночас у сучасному проєктному середовищі, яке характеризується високою динамікою, невизначеністю вимог та частими змінами, використання Waterfall стикається з об'єктивними обмеженнями. Недостатня гнучкість цієї моделі може призводити до затримок, перевитрат ресурсів або невідповідності кінцевого результату очікуванням замовника, особливо в IT-сфері та інноваційних проєктах.

Актуальним є комбінування каскадного підходу з елементами гнучких методологій (Agile) [1], що дозволяє зберегти переваги плановості та контролю, водночас підвищуючи адаптивність управління. Такий підхід отримав назву гібридного проєктного менеджменту й активно впроваджується в організаціях, які прагнуть збалансувати структурованість та гнучкість.Використання Waterfall у сучасних умовах доцільне за умови правильного вибору типу проєкту, де вимоги можна чітко зафіксувати на початковій стадії, а також за наявності високого рівня узгодженості між усіма учасниками процесу. Ефективність каскадної моделі значною мірою залежить від якості попереднього аналізу, деталізації технічного завдання та управлінської дисципліни на кожному етапі.

Таким чином, методологія Waterfall зберігає свою актуальність у певних проєктних контекстах, проте її застосування вимагає врахування специфіки сучасного середовища, можливості інтеграції з іншими підходами та готовності організації до чіткого дотримання регламентованого процесу управління проєктом.

Література:

1. Приз А. І., Фощій П.М. Сучасні методології управління проєктами: порівняння Agile, Lean та традиційного підходу. Теоретичні та практичні дослідження молодих вчених : зб. тез доп. 18-ї Міжнар. наук.-практ. конф. магістрантів та аспірантів, 19-22 листопада 2024 р. Харків : НТУ "ХПІ", 2024. С. 514-515.

ГЛОБАЛЬНИЙ ОФШОРИНГ У НОВИХ ТЕНДЕНЦІЯХ РОЗВИТКУ СВІТОВОГО ГОСПОДАРСТВА

Синіговець О.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Процеси глобалізації характеризуються безпрецедентним потоком товарів, послуг, капіталу та інформації через кордони. Глобалізації бізнесу сприяє низка факторів таких, як технологічні досягнення, лібералізація торгівлі, прагнення до економічної ефективності, доступ до глобальних ринків, регуляторні і політичні сприяння та інші. Бізнес постійно адаптується до використання глобальних ресурсів і можливостей. Аутсорсинг є базовим трендом сучасного розвитку світового господарства в умовах глобалізації, для країн світового господарства стає стратегічним інструментом підвищення ефективності ведення бізнесу. У сучасних компаній він є складовою частиною стратегій управління. Враховуючи переваги і ризики, які має аутсорсинг, для українських підприємств показовим є вдалий досвід застосування аутсорсингу компаніями Азії, які вийшли на світовий ринок, стали частиною міжнародної виробничої системи ТНК. В умовах глобалізації складно відчути межу між аутсоргингом та офшорингом. Але між ними існує суттєва різниця. Прагнення зменшити витрати спонукає підприємства до офшорингу як стратегії підвищення ефективності. Розвиток офшорингу пов'язаний з пошуком компаній різних способів скоротити витрати та підвищити ефективність. Він зумовлений технологічним прогресом та створеними можливостями віддаленого управління бізнес-процесами, економічною політикою країн щодо залучення іноземних інвестицій та підтримки офшорних операцій і корпоративними стратегіями щодо забезпечення конкурентоспроможності шляхом виходу на зарубіжні ринки і збереженням при цьому операційного контролю. Розвиток офшорингу націлений на подальшу інтеграцію технологій, диверсифікацію розташування та стратегічне партнерство заради зростання та інновацій. Стратегії розвитку та забезпечення конкурентоспроможності на глобальних ринках визначили ключову зміну переваг у напрямках і видах діяльності. І це виразилося у зростанні офшорингу у секторі послуг, диверсифікації, технологічній інтеграції, віддаленій роботі та цифрових трансформаціях. Офшоринг сприяє глобальній економічній інтеграції, але може впливати на торговельний баланс, збалансування в світовій торгівлі важливо для стабільних торгових відносин і сталого економічного зростання.

Світобудова стає більш взаємопов'язаною, процеси глобалізації та офшоринг стають складнішими. Спеціалізація країн призводить до виникнення ефекту накопичення знань і досвіду, що глобальними компаніями розглядається як науково-дослідний потенціал. Серед перспективних напрямів розвитку офшорингу вбачається перехід його в нові регіони, перегляд стратегій офшорингу та офшорних угод через зміни політичної та економічної складових, вплив технологічного прогресу, диверсифікація задля зниження ризиків.

УКРАЇНА В МІЖНАРОДНОМУ ПОДІЛІ ПРАЦІ

Синіговець О.М., Білоус Я.Є.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Вже декілька років Україна перебуває у стані повномасштабної війни з Росією. Ці події дуже сильно відзначаються на економіці країни. Це позначається на можливостях участі країни у міжнародному поділі праці. Вимушена міграція викликала хвилю змін на ринку праці. Така кількість мігрантів вплинула як позитивно, так і негативно на ситуацію міжнародного поділу праці. Для України це значило «відтік умів». Однією з багатьох в цьому, яка раніше була притаманна Україні, є IT-сфера. Через міграцію, перехід бізнесу за кордон в країні значно зменшилася частка новітніх технологій, зменшилась доступність висококваліфікованих кадрів. Велика міграція людей та закриття бізнесу в Україні викликала безробіття. У порівнянні з країнами Європейського союзу продуктивність праці є низькою. Це у свою чергу впливає на конкурентоспроможність, участь в міжнародній торгівлі, у глобальних ланцюгах вартості. Ще одним аспектом є зниження прямих іноземних інвестицій. Інвестори не бачать сенсу вкладати у інфраструктуру, яка може бути зруйнована. Проблемами участі у міжнародного поділу праці Україні є ряд інфраструктурних перепон, сезонні напади на електростанції. До визначених проблем додається сировинна орієнтація економіки країни. Набагато краще було б, якщо б Україна виготовляла високотехнологічні продукти або експортувала вже оброблену продукцію. Усі ці проблеми виявляють один великий висновок. В Україні наявна недостатня інтеграція в глобальні ланцюги постачання. Поряд з цим в країні є потенціал, який може розкритися після вирішення проблем. Окрім завершення воєнних дій, необхідним є підтримка інновацій та технологічних стартапів, відхід від сировинного фактору. Державні програми мають стимулювати розвиток галузей біотехнологій, аграрних інновацій, зеленої енергетики та інші. Слід використовувати потенціал у IT-сфері. Наступною складовою повинна стати модернізація логістики, покращення транспортної, енергетичної, цифрової інфраструктури та інвестиції в цифрові технології. Це полегшить доступ до світового ринку. Залучення іноземних інвестицій видається найскладнішою проблемою для вирішення, потрібно забезпечити умови для безпечного ведення бізнесу, інвесторам необхідні гарантії захисту їх інвестицій. Підвищити довіру інвесторів можна лише вирішивши конфлікт з Росією. Для стабільної економіки слід зменшити державний борг та ефективно управляти фінансами. Низька інфляція, стабільний валютний курс і прогнозовані умови ведення бізнесу – усе це стимулює довгострокові інвестиції у країну. Також важливим є забезпечення макроекономічної стабільності. Отже, Україна має великий потенціал, проте через повномасштабну війну, проблему логістики, відтік висококваліфікованих спеціалістів, зниження прямих іноземних інвестицій та інш., розвиток економіки призупинився. Якщо Україні вдасться вирішити наявний конфлікт і дійти довоєнного рівня по всіх показниках, то є надія, що участь у міжнародному поділі праці стане для країни більш вигідною та ширшою.

УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ У ТРАНСПОРТНІЙ ЛОГІСТИЦІ

Сисоєв В.В., Городиська Ю.Є.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В умовах глобалізації світового господарства та зростання економічних взаємозв'язків ефективність та безпека вантажоперевезень в ланцюгах постачання стають ключовими факторами успішного ведення бізнесу. Проте будь-який процес транспортування пов'язаний із ризиками – від нечіткої роботи операторів, несправностей транспортних засобів та пошкоджень внаслідок аварій чи порушень технологій вантажопереробки до форс-мажорних обставин, що призводять до втрати вантажів, погіршення їх якості чи затримки їх постачання. Це зумовлює не тільки фінансові втрати, а і втрати клієнтів та ділової репутації організаціями бізнесу. На відміну від традиційних бізнес-ризиків, ризики у транспортній логістиці мають каскадний ефект – збій в одній ланці може викликати ланцюгову реакцію по всій системі постачання. Це вимагає управління ризиками шляхом ідентифікації та оцінювання ризиків, розробки стратегії управління ними, а також контролю та моніторингу ризиків на протязі усього процесу транспортування. В умовах невизначеності стійкість та ефективність функціонування транспортної логістики залежатиме від правильно підібраних інструментів управління ризиками та більш точного оцінювання їхнього рівня. До основних методів управління ризиками належать: ухилення від ризиків (відмова від дій, які можуть призвести до настання ризику); локалізація (виділення найбільш небезпечної ланки з метою здійснення точкового контролю для мінімізації чи уникнення ризику); дисипація (розподіл загального ризику між учасниками процесу транспортування); диверсифікація (розподіл транспортних засобів за декількома маршрутами); лімітування (обмеження частки логістичних витрат на окремі логістичні операції); страхування (передача ризику за певну винагороду). Вибір оптимального методу управління ризиками у транспортній логістиці вимагає аналізу багатьох факторів: типу вантажу та його вартості; умов зберігання та виду тари; маршруту доставки; виду транспорту та транспортного засобу; необхідного рівня захисту, вимог клієнтів тощо. Управління ризиками у транспортній логістиці стикається з низкою суттєвих перешкод: інформаційні бар'єри (складність отримання достовірних даних про ризики, відсутність єдиних стандартів їх оцінки, недостатня прозорість ланцюгів постачання); фінансові обмеження (висока вартість запровадження систем моніторингу транспортування вантажів, значні витрати на страхування); організаційні складності (відсутність чіткого розподілу відповідальності, складності у координації дій між підрозділами чи компаніями, які організують та реалізують процес транспортування). Управління ризиками вимагає комплексного підходу, який охоплює не тільки технічні, організаційні та фінансові заходи, але також екологічне та кризове планування, що забезпечує мінімізацію несприятливого впливу збитків, спричинених випадковими подіями у процесі транспортування.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНКЛЮЗИВНОГО РОЗВИТКУ НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ ЯК НЕОБХІДНОЇ УМОВИ ЇЇ ПОВОЄННОЇ ВІДБУДОВИ

Сідельнікова В.К., Наталуха Г.Д.
Харківський національний педагогічний університет імені Г.С. Сковороди, м. Харків

У сучасному світі забезпечення інклюзивного розвитку, а отже рівних можливостей та доступу до економічних ресурсів і благ для усіх громадян, незалежно від їхнього соціального статусу, етнічної приналежності, статі, фізичних можливостей, стає одним із найбільш важливих завдань для будь-якої національної економіки. Тому проблеми інклюзивного економічного розвитку набувають особливої актуальності, активно дискутуються закордонними, вітчизняними науковцями та потребують продовження досліджень з урахуванням нових викликів.

Інклюзивний розвиток є комплексним поняттям, яке включає такі основні детермінанти, як інноваційний розвиток; підтримка малого і середнього бізнесу; активізація інвестування; освіта та підготовка кадрів; соціальна відповідальність бізнесу; соціальна політика та захист прав людей; гендерна рівність; сталість та екологічна збалансованість; партнерство та співпраця; інституційна спроможність [1, с.11-12].

Не зважаючи на те, що війна ще продовжується вже зараз потрібно розробляти плани щодо ефективного відновлення національної економіки. Саме тому у контексті подолання наслідків російської агресії та повоєнної відбудови національної економіки для України її інклюзивний розвиток набуває особливого значення і має стати, на справедливу думку дослідників даної проблеми, важливою умовою, що забезпечить стійке економічне зростання, соціальну стабільність і гармонійний розвиток суспільства, де враховуються потреби як сучасних, так і майбутніх поколінь, а також включення усіх громадян у даний процес [2].

Серед пріоритетних напрямків інклюзивного розвитку в умовах повоєнної відбудови національної економіки перш за все зазначають наступні [3]: фінансова інклюзія, під якою розуміють процес забезпечення своєчасного і повноцінного доступу до широкого спектра фінансових продуктів і послуг, поширення їхнього використання серед усіх учасників фінансових відносин; розвиток імпакт-інвестування; інклюзивні інновації та пов'язаний з ними розвиток креативної економіки.

Література:

1. Овагім Г. Арутюнян. Основні детермінанти розвитку інклюзивної економіки. *Журнал стратегічних економічних досліджень.* 2023. № 3 (14). С. 8–15.

2. Іртищева І. О., Крамаренко І. С., Завгородній К. В., Неймет В. В. Повоєнна відбудова національної економіки на засадах інклюзивного розвитку. *Актуальні проблеми інноваційної економіки та права.* 2023. № 3. С. 13-17.

3. Крамаренко К.М., Іващенко Д.І. Інклюзивна економіка як концепція повоєнного розвитку України. *Економіка та суспільство.* 2024. Випуск № 67. URL: http:// www.economyandsociety.in.ua (дата звернення: 09.04.2025).

УПРАВЛІННЯ БРЕНДОМ КОМПАНІЇ: ІНСТРУМЕНТИ, МЕТРИКИ, ВИКЛИКИ

Сітак І.Л., Хірна І.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасному бізнес-середовищі бренд виступає не лише засобом візуальної ідентифікації компанії, але й стратегічним нематеріальним активом, який істотно впливає на ринкову капіталізацію, рівень довіри цільової аудиторії та загальну конкурентоспроможність організації. Бренд-менеджмент становить системний процес розробки, реалізації, моніторингу та коригування бренд-стратегії з метою забезпечення сталого розвитку організації через посилення її ринкової позиції. Ключовими функціями бренд-менеджменту є формування диференційованого ціннісного позиціонування, розвиток емоційного зв'язку зі споживачем, захист бренду від репутаційних ризиків та забезпечення інтегрованості корпоративної айдентики.

До основних інструментів управління брендом належить стратегічне позиціонування, розробка бренд-архітектури, управління візуальною айдентикою, формування комунікаційного середовища (PR, digital-маркетинг, контент-стратегія), а також управління точками контакту. Успішна реалізація бренд-стратегії передбачає взаємодію між зовнішніми комунікаціями та внутрішнім середовищем організації, зокрема через інтеграцію бренду в корпоративну культуру, залучення персоналу до процесу формування брендового капіталу та розвиток механізмів бренд-адвокації.

Ефективність бренд-менеджменту оцінюється за допомогою ряду кількісних та якісних показників. Серед них провідну роль відіграють вартість бренду як активу, рівень обізнаності, ступінь споживацької лояльності, індекс готовності до рекомендації бренду. Також доцільним є застосування показників рентабельності маркетингових інвестицій, якісна оцінка емоційного сприйняття бренду, а також частки голосу на ринку. Водночас управління брендом супроводжується низкою викликів. Зокрема, складнощі інтеграції багатоканальних комунікацій, підтримання консистентності бренду в різних цифрових та фізичних середовищах, ризики втрати репутаційного капіталу внаслідок кризових подій або неузгоджених дій представників компанії. Окрему групу проблем становить динаміка споживацьких цінностей, що вимагає адаптації бренд-стратегії до нових очікувань аудиторії, персоналізації досвіду взаємодії, впровадження принципів емоційного брендингу та соціальної відповідальності.

Бренд-менеджмент виступає складною багаторівневою системою, яка потребує системного, стратегічного підходу та поєднання аналітики, креативності і управлінської відповідальності. Ефективне управління брендом дозволяє не лише досягти короткострокових маркетингових цілей, але й забезпечити довгострокову стійкість бізнесу в умовах мінливого ринкового середовища.

ПОБУДОВА УСПІШНОЇ КОНТЕНТ-СТРАТЕГІЇ ДЛЯ E-COMMERCE

Смага М.Ю., Літвиненко М.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Контент-маркетинг є важливим елементом розвитку e-commerce, який допомагає залучати клієнтів, формувати довіру до бренду та збільшувати продажі. У сучасному конкурентному середовищі онлайн-магазини зіштовхуються з необхідністю створювати контент, який не лише привертає увагу, але й відповідає потребам аудиторії. Як свідчать дані HubSpot [1], 29% маркетологів активно використовують контент-маркетинг у своїх стратегіях, а 41% оцінюють успіх своєї контент-стратегії через зростання продажів.

Мета роботи полягає у аналізі основних форматів контенту для e-commerce. Більшість досліджень на тему контент-стратегії в e-commerce фокусуються на загальних принципах створення контенту, однак сучасні тренди, такі як персоналізація, використання візуального контенту та адаптація під різні платформи, потребують детальнішого аналізу. Одним із ключових форматів є опис товарів, який має бути не лише інформативним, але й емоційно привабливим, спрямованим на вирішення проблем клієнта. Ще одним важливим інструментом є блог, який допомагає залучати аудиторію через експертний контент. За даними дослідження SEMrush [2], 55% компаній відзначають, що регулярне створення контенту сприяє покращенню органічного ранжування у пошукових системах. Візуальний контент, зокрема фото, відео та 3D-огляди, дозволяє покупцям краще зрозуміти продукт, а користувацький контент (UGC), як-от відгуки та соціальні докази, формує довіру до бренду. Адаптація контенту під різні платформи є ще одним важливим аспектом. Наприклад, Instagram вимагає акценту на візуальну складову, TikTok – короткі відео, а Pinterest – естетичні зображення. Також важливо враховувати сезонність та тренди, щоб контент залишався актуальним. Ефективність контент-стратегії вимірюється за допомогою KPI, таких як трафік, конверсії та залученість. Використання аналітичних інструментів, наприклад Google Analytics чи Ahrefs, дозволяє оцінювати результативність контенту та коригувати стратегію. Одним із ключових трендів є використання доповненої реальності (AR). Наприклад, IKEA дозволяє покупцям «приміряти» меблі у своєму просторі за допомогою AR-застосунку, що значно підвищує впевненість у покупці [3].

Отже, можна зробити висновок, що успішна контент-стратегія для e-commerce базується на створенні якісного контенту, адаптованого до потреб аудиторії та особливостей платформи, регулярному оновленні контенту відповідно до трендів, а також вимірюванні ефективності за допомогою аналітичних інструментів.

Література:

1. HubSpot. The Ultimate List of Marketing Statistics for 2024. URL: https://www.hubspot.com/marketing-statistics

ВПЛИВ ВІЗУАЛЬНОГО МЕРЧАНДАЙЗЕНГУ НА ІМПУЛЬСИВНІ ПОКУПКИ

Сосна В.Д., Літвиненко М.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В епоху безперервного розвитку роздрібної торгівлі та зростаючої конкуренції між магазинами, візуальний мерчандайзинг виступає ключовим фактором диференціації та залучення споживачів. Актуальність цієї теми зумовлена не лише прагненням бізнесу збільшити обсяги продажів, а й необхідністю глибшого розуміння психології споживача та його поведінкових реакцій у точці продажу. Візуальний мерчандайзинг, як комплексний набір технік та стратегій, спрямований на створення привабливого та стимулюючого середовища для покупців, має значний потенціал у впливі на їхні рішення про покупку, особливо ті, що приймаються імпульсивно. Успішне застосування візуального мерчандайзингу дозволяє не лише представити товар у найкращому світлі, але й створити емоційний зв'язок між брендом та споживачем [1].

Метою даної роботи є аналіз впливу різних елементів візуального мерчандайзингу на частоту та обсяг імпульсивних покупок споживачів.

Аналіз показує, що візуальний мерчандайзинг суттєво впливає на імпульсивні покупки. Ключові фактори включають ефективну викладку товарів (розміщення популярних товарів в глибині магазину, створення «гарячих зон»), використання кольору та освітлення для створення емоційного впливу, організацію простору для зручності покупців та сенсорний мерчандайзинг (використання звуків, запахів, тактильних відчуттів). Ці візуальні та сенсорні сигнали здатні викликати емоційний відгук у покупців, привертати їхню увагу до певних товарів та створювати відчуття терміновості або вигідної пропозиції, що зрештою призводить до спонтанних купівельних рішень, які не були заплановані заздалегідь.

Результати аналізу підкреслюють роль візуального мерчандайзингу у стимулюванні імпульсивних покупок та його значний вплив на загальний успіх роздрібного бізнесу. Ефективний візуальний мерчандайзинг вимагає комплексного підходу, який враховує всі аспекти досвіду покупця в магазині, від організації простору та викладки товарів до використання кольору, освітлення та сенсорних елементів. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на вивчення впливу конкретних комбінацій візуальних елементів на різні категорії товарів та різні сегменти споживачів.

Література:

1. Візуальний мерчендайзинг досі важливий для кожного магазину. URL: https://planohero.com/uk/blog/visual-merchandising-still-matters/

МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ЩОДО УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМНИЦЬКИМИ РИЗИКАМИ ІНВЕСТИЦІЙНИХ ПРОЄКТІВ

Соснов І.І., Крощенко А.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Забезпечення безпеки підприємства, особливо інформаційної, у процесі реалізації інвестиційних проєктів потребує комплексного підходу до управління ризиками. Ключовим аспектом методичного підходу є інтеграція процесів ризик-менеджменту з заходами інформаційного захисту. Це дозволяє оперативно виявляти потенційні загрози, оцінювати ступінь їхнього впливу та впроваджувати ефективні механізми мінімізації (див. рис. 1).



Рисунок 1 – Методичний підхід щодо управління ризиками інвестиційних проєктів

Системний підхід до управління ризиками інформаційної безпеки в контексті інвестиційної діяльності сприяє: зниженню загроз витоку даних та кібератак; підвищенню довіри клієнтів і партнерів до інформаційної інфраструктури компанії; підтриманню фінансової стабільності шляхом запобігання втратам через інформаційні ризики; зміцненню конкурентних позицій підприємства завдяки стратегічному захисту інформації. Такий підхід допомагає компаніям ефективно керувати ризиками, створюючи міцний фундамент для стабільного розвитку та захисту корпоративних даних.

ВПЛИВ ПІДПРИЄМНИЦЬКИХ РИЗИКІВ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ІНВЕСТИЦІЙНИХ ПРОЄКТІВ

Соснов І.І., Шапран Є.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Підприємницькі ризики мають значний вплив на ефективність інвестиційних проєктів, оскільки вони можуть істотно змінювати умови реалізації проекту, його вартість, терміни виконання, а також кінцеві результати. Ось кілька основних аспектів, через які ризики впливають на ефективність інвестиційних проєктів:

- зміни в економічній ситуації, коливання процентних ставок, девальвація валюти або підвищення вартості запозичених коштів можуть збільшити витрати на фінансування проєкту (зменшення рентабельності інвестицій, зміщення термінів окупності або навіть фінансових втрат);
- погіршення умов на ринку праці, порушення постачання матеріалів або нестабільність у виробничих процесах можуть призвести до затримок у виконанні проєкту (впливає на строки та зменшує потенційний прибуток від інвестицій);
- зміни в попиті на продукцію або послуги, які планується виробляти в межах інвестиційного проєкту, можуть знизити прогнозовані доходи. Ринкові ризики можуть виникати через конкуренцію, нові технології, або зміни в споживчих вподобаннях, що робить проект менш вигідним або навіть нерентабельним;
- зміни в законодавстві, нові податкові чи регуляторні вимоги, політична нестабільність можуть змінити умови для реалізації інвестиційного проєкту (можуть знизити вигідність проєкту);
- неефективне управління, недостатнє планування, помилки в оцінці ринкових умов або несвоєчасне реагування на зміни можуть суттєво вплинути на результативність проєкту.
- глобальні економічні фактори, такі як економічна рецесія, зміни в світових цінах на ресурси, можуть знизити загальну ефективність інвестиційних проєктів, особливо у випадку залежності від зовнішніх постачальників чи ринків [1].

Врахування підприємницьких ризиків в управлінні інвестиційними проєктами допомагає мінімізувати можливі негативні наслідки, підвищити точність прогнозів і зменшити ймовірність фінансових втрат. Для цього використовуються різноманітні стратегії ризик-менеджменту, такі як страхування, хеджування, диверсифікація, або застосування технологій для прогнозування та моніторингу ризиків в реальному часі.

Література:

1. Коваленко О.М., Станіславик О.В., Коваленко А.Б. Особливості управління ризиками посередницького підприємства. Економіка. Фінанси. Право. Серія «Економіка». 2020. № 4/1'2020. С. 17-19.

ВПЛИВ ВОЄННОГО СТАНУ НА ДИНАМІКУ БАНКРУТСТВ ПІДПРИЄМСТВ ЛОГІСТИЧНОЇ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ

Степуріна С.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Воєнний стан в Україні, впроваджений у відповідь на військову агресію, має значний вплив на всі аспекти економічного життя країни. Значний вплив спостерігається і на логістичну галузь, яка є ключовою для забезпечення стабільного функціонування як внутрішнього ринку, так і експорту та імпорту товарів. Динаміка банкрутств підприємств цієї галузі протягом воєнного стану демонструє негативні тенденції, які потребують подальших досліджень. Логістичні підприємства зіткнулися з численними викликами, включаючи: фізичне руйнування інфраструктури; перебої в постачанні пального та інших ресурсів; зміни в маршрутах транспортування через зони бойових дій; втрата кадрів через мобілізацію та евакуацію.

Від початку воєнного стану кількість збиткових підприємств суттєво зросла. Основні причини цього явища такі: зниження обсягів перевезень; збільшення витрат на забезпечення безпеки; непередбачуваність та ризики, пов'язані з воєнною ситуацією; проблеми з доступом до фінансових ресурсів. Згідно з даними статистичних досліджень, частка збиткових підприємств у 2024 р. склала 22,1% (у 2023р. – 22,0%) [1]. Ця тенденція продовжує зберігатися, оскільки відновлення інфраструктури та стабілізація економічної ситуації потребують значного часу та ресурсів. Проте логістична галузь демонструє здатність до адаптації: 1. 85 % підприємств не припиняли зовсім або вже повністю відновили операційну діяльність. 2. Розвиток нових логістичних маршрутів через Польщу та Румунію. 3. Інвестиції у створення нових перевалочних комплексів та модернізацію складських хабів [2].

Таким чином, логістична галузь України зазнала значних втрат внаслідок війни, що проявилось у зростанні кількості збиткових підприємств. Найбільш уразливими виявилися малі та середні підприємства у прифронтових регіонах. Ефективність існуючих механізмів запобігання банкрутству обмежена. Доцільним є розширення програм лізингу, впровадження гнучких процедур захисту бізнесу в судовому порядку, підтримка релокації логістичних хабів.

Література:

1. Державна служба статистики України. Фінансові результати діяльності великих та середніх підприємств за 2024 рік (експрес-випуск) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://stat.gov.ua/uk/publications/finansovi-rezultaty-diyalnosti-velykykh-ta-serednikh-pidpryyemstv-za-2024-rik-ekspres – Дата доступу: 21.04.2025.

2. Український експорт у Європу 2025: які логістичні маршрути працюють найкраще сьогодні? [Електронний ресурс] // Inforoom. – Режим доступу: https://inforoom.com.ua/ua/economica/ukrayinskij-eksport-u-yevropu-2025-yaki-logistichni-marshruti-praczyuyut-najkrashhe-sogodni/ – Дата доступу: 21.04.2025.

ІННОВАЦІЙНІ ПРОЄКТИ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ІНДУСТРІЇ ГОСТИННОСТІ

Стригуль Л.С., Антипчук В.І., Дейнеко Д.Ю.
Національний технічний університет «Харківській політехнічний інститут», м. Харків

В роботі розглянуті питання дослідження інноваційних проєктів на підприємствах індустрії гостинності. Інновації в підприємствах індустрії гостинності є важливим та ключовим фактором їхньої успішної діяльності. Введення інновацій у закладах гостинності допомагають визначити основні стратегічні напрями роботи як готельних, так і ресторанних господарств, що є необхідним для збереження конкурентоздатності. У світі, який постійно змінюється підприємствам необхідно швидко реагувати на нові потреби клієнтів, щоб якнайшвидше їх задовольнити. Інноваційні спрямування у сфері гостинності проявляються у здатності виробляти особливі та унікальні послуги на ринку. Нові технології та їх раціональне використання дозволяють значно покращити економічний стан підприємства (рис. 1). [1].



Рисунок 1 – Перспективні інноваційні проєкти на підприємствах індустрії гостинності [1]

В сучасних умовах концепція сталого розвитку економіки ефективно реалізується через процеси впровадження ESG-принципів у діяльність підприємств з різних галузей. Дотримання цих принципів у діяльності компаній стає однією з обов'язкових умов їх успішного стратегічного розвитку. [2].

Таким чином, компанії, які мають високі ESG-рейтинги, мають низку преференцій з погляду репутаційного іміджу, банківського фінансування, саме їм віддають перевагу інвестори під час ухвалення інвестиційних рішень.

Література:

1. Бригілевич Г.М., Лемега Н.М. *Матеріали X Міжнар. наук.-практ. конф. «Гостинність, сервіс, туризм: досвід, проблеми, інновації»* (м. Київ, 6-7 квітня 2023 р.) К.: КНУКІМ, 2023. 478 с. С.405-408. https://tourlib.net/statti_ukr/brygilevych.htm

2. Піньків М.М., Липовий Д.В. Інноваційні тренди розвитку підприємств індустрії гостинності в контексті ESG-трансформації *Міжнародний науковий журнал «Грааль науки» | № 14-15 (травень, 2022),* м. Київ, 6-7 квітня 2023 р

СУЧАСНІ ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ В РЕСТОРАННОМУ БІЗНЕСІ

Стригуль Л.С., Величко В.О., Анісімова А.Д.
Національний технічний університет «Харківській політехнічний інститут», м. Харків

В роботі розглянуті питання дослідження сучасних інноваційних підходів щодо удосконалення діяльності підприємств ресторанного бізнесу. Визначимо тренди, що сьогодні формують діяльність ресторанного бізнесу, інновації можуть проявлятися в різних формах: від нових технологій приготування їжі до змін у обслуговуванні клієнтів і впровадження нових концепцій. (рис. 1).

ТЕХНОЛОГІЧНІ ІННОВАЦІЇ
Впровадження автоматизації та роботизації
Використання мобільних додатків для замовлень
Рішення на базі штучного інтелекту

НОВІ ФОРМАТИ ОБСЛУГОВУВАННЯ
Популярність форматів "фудтраків"
Концепції "віртуальних ресторанів"
Доставка їжі та зміни у ланцюзі постачання

ІННОВАЦІЇ В МЕНЮ
Тренди здорового харчування
Вегетаріанські та веганські опції
Локальні та сезонні інгредієнти

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІТИКА
Використання даних для прийняття рішень
Тренди в опитуваннях та відгуках клієнтів
Вплив аналітики на управлінські рішення

НОВІ ПЛАТФОРМИ ДЛЯ КОМУНІКАЦІЇ
Соціальні медіа та їх роль
Онлайн-реклама та SEO для ресторанів
Краудфандинг для нових концепцій

ТРЕНДИ В ДИЗАЙНІ РЕСТОРАНІВ
Використання нових матеріалів
Концепції відкритого простору
Інтерактивні елементи у дизайні

ІННОВАЦІЇ У МАРКЕТИНГУ
Використання відео-контенту
Проведення онлайн-івентів
Створення лояльності через програму винагород

Рисунок 1 – Сучасні тренди інновацій ресторанного бізнесу [1]

Таким чином, підприємства ресторанного господарства повинні бути гнучкими та відкритими до нових технологій і тенденцій, щоб залишатися конкурентоспроможними. Адаптація до змін, ефективна комунікація з клієнтами та використання сучасних маркетингових стратегій сприятимуть успішному розвитку бізнесу в умовах динамічного ринку.

Література:

1. Демчина Д. Інновації у ресторанному бізнесі: Тренди, що змінюють правила гри Go Deal Brokers https://business-broker.com.ua/blog/innovatsii-u-restorannomu-biznesi-trendy-shcho-zminiuiut-pravyla-hry/

СУЧАСНІ ГАСТРОНОМІЧНІ ТРЕНДИ ТА ЇХ ВПЛИВ НА РОЗВИТОК РЕСТОРАННОЇ ІНДУСТРІЇ

Стригуль Л.С., Коваль Є.В., Кручок О.С.
Національний технічний університет «Харківській політехнічний інститут», м. Харків

В роботі розглянуті питання дослідження сучасних гастрономічних трендів та їх впливу на розвиток ресторанної індустрії. Гастрономія завжди була ареною експериментів, де нові смаки, інгредієнти й технології змінюють наше сприйняття їжі. У 2025 році ця галузь переживатиме справжню революцію завдяки харчовим інноваціям, які трансформують як підхід до приготування страв, так і наші кулінарні вподобання. [1]. Фудтренди, що стають щодалі вагомішими та стануть головними на найближчі роки через їх значний вплив, як на діяльність ресторанної галузі так і на споживачів по всьому світу. Визначимо найбільш перспективні кулінарні новинки та харчові тенденції, які вже зараз задають тон майбутній кулінарії (рис.1).

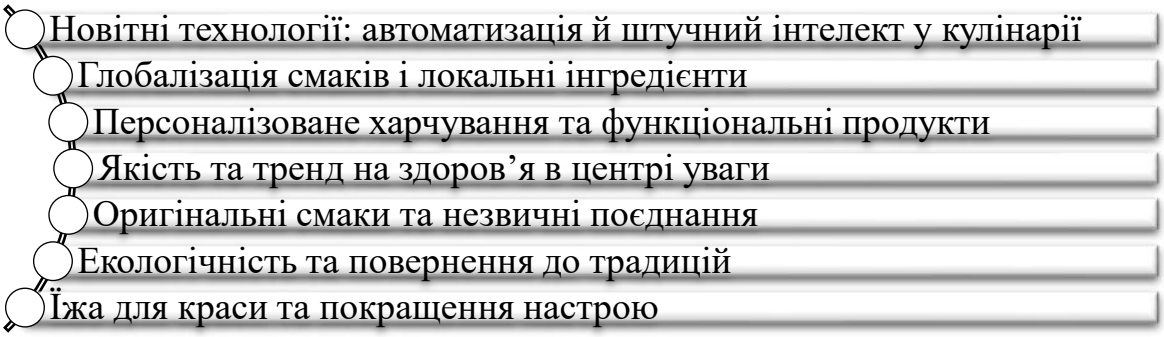


Рисунок 1 – Сучасні гастрономічні тренди

Світ поступово змінюється щороку через винахід нових технологій, економічну, політичну та екологічну ситуації. Люди дедалі активніше турбуються про своє тіло, використовуючи харчування для розв'язання конкретних проблем зі здоров'ям. А зростаючий тренд на персоналізацію підштовхує розвиток різноманітних індивідуальних планів харчування. Тож, аби задовольнити запит покупців, бренди вимушені поєднувати у своїх продуктах збалансоване харчування зі зручністю та персоналізацією товару під конкретну групу споживачів [2]. Таким чином, ресторани, кав'ярні та інші виробники харчових продуктів, які знайдуть підходи до інтеграції та імплементації сучасних трендів, будуть мати значну перевагу на ринку, відкриваючи нові можливості для розвитку гастрономії та задоволення споживчих запитів.

Література:

1. NEWFOOD Гастрономічні тренди 2025 року: які смаки та технології домінуватимуть? https://newfood.ua/2024/10/08/hastronomichni-trendy-2025-roku-iaki-smaky-ta-tekhnolohii-dominuvatymut/

2. Войчук А. Головні гастрономічні тренди 2025 року: від здорового харчування до ШІ. *KLOPOTENKO, Грудень 27, 2024.* https://klopotenko.com/golovni-gastronomichni-trendy-2025-roku-vid-zdorovogo-harchuvannya-do-shi/

ТРАНСФОРМАЦІЯ ПІДХОДІВ ДО АНАЛІЗУ МАРКЕТИНГОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ РЕКЛАМНОЇ ГАЛУЗІ

Струк Д.М., Романчик Т.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасних умовах стрімкого розвитку технологій зростає роль цифрової реклами, персоналізованих комунікацій та штучного інтелекту у маркетингових процесах, Це вимагає нових підходів до аналізу маркетингової діяльності підприємств.

Наразі основними підходами щодо аналізу маркетингової діяльності підприємств рекламної галузі є:

– традиційний фінансовий підхід, орієнтований на оцінку фінансових результатів маркетингової діяльності (дохід від реклами, витрати на рекламу, рентабельність інвестицій у маркетинг;

– поведенковий підхід, якій грунтується на анализи змін у поведінці споживачів (частота взаємодії з рекламою, рівень залученості, показники конверсії);

– клієнтоорієнтований підхід, що дає змогу оцінити довгостроковий вплив маркетингової діяльності через оцінювання задоволеності клієнтів та рівня їхньої лояльності;

– комплексний підхід, який поєднує фінансові, поведінкові та клієнтоорієнтовані аспекти аналізу.

З розвитком цифрових технологій маркетингова діяльність рекламних агентств змінилася: з'явилися нові канали комунікації, персоналізовані рекламні механізми, автоматизовані системи закупівлі реклами. Наразі традиційні методи аналізу стають недостатніми. Сьогодні необхідно враховувати багатовимірні фактори, такі як поведінка споживачів у цифровому середовищі, ефективність різних рекламних каналів, вартість залучення клієнтів, рівень їхньої довічної цінності (LTV) тощо. Під впливом автоматизації маркетингу та алгоритмічних моделей прогнозування рекламні агентства все частіше використовують інтегровані системи аналітики, що поєднують дані з різних джерел для більш точного вимірювання ефективності своїх кампаній.

Загалом, вибір підходу залежить від масштабів діяльності агентства, специфіки ринку та цілей аналізу. Для сучасних рекламних агентств найбільш ефективним є комплексний підхід, що дозволяє враховувати як короткострокові, так і довгострокові показники ефективності.

Література:

1. Єрмошенко М.М., Антонова А.О. Сучасні тенденції розвитку маркетингової діяльності підприємств сфери реклами. Актуальні проблеми економіки. № (232). 2020. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://eco-science.net/wp-content/uploads/2022/02/10.20_topik_Yermoshenko-M.M.-Antonova-A.O.62-71.pdf

ПРОМИСЛОВИЙ ВЕНДІНГ ЯК ЕЛЕМЕНТ СТРАТЕГІЇ ДИВЕРСИФІКАЦІЇ БІЗНЕСУ: МОЖЛИВОСТІ ТА РИЗИКИ

Сусліков С.В., Космін О.Ю.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків

Промисловий вендінг як інноваційний напрям автоматизації обслуговування і продажу активно інтегрується в сучасні бізнес-стратегії диверсифікації. В умовах високої конкуренції та швидких змін підприємства дедалі частіше звертаються до вендінгових рішень для оптимізації внутрішніх процесів, зниження витрат і створення нових джерел доходу.

Йдеться про використання автоматів для видачі матеріалів, інструментів та засобів захисту безпосередньо на робочих місцях. Це підвищує доступність ресурсів і зменшує час на їх отримання. Наприклад, Boeing та General Electric завдяки вендінговим системам змогли зменшити витрати та скоротити простої виробництва. Автомати автоматично поповнюють запаси в режимі реального часу і можуть бути інтегровані з системами управління підприємства.

Впровадження промислового вендінгу дає змогу зменшити потребу в складах і логістиці, підвищити продуктивність праці та швидкість виконання виробничих завдань. Водночас необхідно враховувати ризики: високі початкові інвестиції, потребу в технічному обслуговуванні, можливі збої, а також загрози кібербезпеці через підключення до корпоративних мереж.

Для мінімізації ризиків слід попередньо оцінити доцільність інвестицій та забезпечити підготовку персоналу. Це дозволяє ефективніше використовувати обладнання та знизити витрати на його обслуговування.

Отже, промисловий вендінг – це ефективний інструмент підвищення конкурентоспроможності підприємств. Його впровадження має бути обґрунтованим, поетапним і стратегічно виваженим.

Література:

1. Бочарова, А. Н. Вендинг в промышленности: современные тенденции и перспективы. *Менеджмент и экономика в промышленности* / А. Н. Бочарова // Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки. – 2023. – №4 (320). – С. 440-445.

2. Данилова, Т. В., Іванов, О. С. Промисловий вендинг як інструмент підвищення конкурентоспроможності підприємства. *Економіка та стратегія управління підприємством* / Т. В. Данилова, О.С. Іванов // ЕДУ НЛТУ. 2021. – №4(1). – С. 22-28.

3. Космін, О., Сусліков С. Методологія впровадження інноваційних рішень в мсп: касові термінали самообслуговування та інформаційно-аналітичне забезпечення бізнес-процесів / О. Космін, С. Сусліков // Енергозбереження. Енергетика. Енергоаудит. 2024. – №8(198). – С. 44-55.

4. Сусліков, С.В. Оптимізація корпоративної стратегії: елімінація неефективних економічних складових / С.В. Сусліков // Вісник НТУ «ХПІ». Економічні науки. – 2023. – №5. – С. 50-54.

ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ МЕРЧАНДАЙЗИНГУ DUTY FREE

Суховецький А.А., Літвиненко М.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасній роздрібній торгівлі все більшу роль відіграє ефективний мерчандайзинг – система дій, спрямованих на стимулювання продажів шляхом раціонального представлення товару. Особливої актуальності цей інструмент набуває в умовах безмитної торгівлі (duty free), де основними споживачами є пасажири з обмеженим часом на здійснення покупок. У таких умовах візуальна привабливість, стратегічне розміщення товарів та зручність навігації торговими зонами мають вирішальне значення.

Duty Free – це магазини безмитної торгівлі, які мають низку специфічних характеристик та відмінностей від звичайних магазинів. Серед них можна виділити наступні: обмежений асортимент (переважно преміальні товари), висока концентрація товарів імпульсивного попиту та тісний зв'язок із брендовим іміджем. Мерчандайзинг у такому форматі базується на створенні яскравого візуального ряду, активному використанні POS-матеріалів, світлових ефектів, тестерів і демонстраційної продукції.

Існуючі дослідження у сфері мерчендайзингу в магазинах duty free вказують на низку особливостей, які впливають на поведінку покупців. Зокрема, дослідження, проведене в аеропорту Інчхон (Південна Корея), показало, що акції зі зниженням цін та спеціальні пропозиції позитивно впливають на задоволеність клієнтів, їхнє сприйняття цінності та наміри щодо повторних покупок [1]. Інше дослідження, проведене в аеропорту Стамбула, виявило, що демографічні та пов'язані з подорожами фактори, такі як національність, рівень освіти та час очікування, суттєво впливають на задоволеність клієнтів у магазинах duty free.

Для duty free характерне застосування зонування – виділення окремих просторових сегментів під категорії товарів: алкоголь, парфумерія, косметика, солодощі тощо, що спрощує орієнтацію та сприяє зростанню середнього чеку. Серед переваг використання мерчандайзингу у duty free – зростання обсягу імпульсивних покупок, посилення впізнаваності брендів, підвищення ефективності використання обмеженого простору. Водночас існують і виклики: висока вартість візуального оформлення, необхідність постійної ротації товарів та адаптації до багатонаціональної аудиторії. Отже, мерчандайзинг у duty free виконує не лише комерційну, а й іміджеву функцію, поєднуючи естетику, психологію споживача та принципи просторової організації для досягнення максимального ефекту продажів у короткий проміжок часу.

Література:

1. Kim, H., Lee, M., & Choi Y. The impact of price promotions in airport duty-free shops on customer satisfaction and repurchase intention. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 2019 URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0969698916303411?utm

АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ХЕДЖУВАННЯ РИЗИКІВ ІНВЕСТИЦІЙНИХ ПРОЕКТІВ

Сухомлин В.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків

Хеджування ризиків інвестиційних проектів у сучасному економічному середовищі є предметом жвавих дискусій серед науковців та практиків. Зважаючи на мінливість ринків, геополітичну нестабільність та технологічні зрушення, ефективне хеджування стає ключовим фактором забезпечення фінансової стійкості та успішної реалізації інвестиційних задумів. Одним із центральних питань є вибір оптимальних інструментів хеджування для конкретних видів інвестиційних ризиків. Традиційні фінансові деривативи, такі як ф'ючерси, опціони та свопи, залишаються важливими інструментами, проте зростає інтерес до більш складних та структурованих продуктів, здатних забезпечити захист від комбінованих або специфічних ризиків, характерних для певних інвестиційних проектів. Актуальним питання залишається визначення ефективної стратегії хеджування. Просте використання деривативів не завжди гарантує бажаний результат. Необхідно враховувати часовий горизонт інвестиційного проекту, кореляцію між базовим активом та інструментом хеджування, а також вартість хеджування у порівнянні з потенційними вигодами від зниження ризику. Актуальним є дослідження активних стратегій хеджування, які передбачають гнучке коригування хеджингових позицій залежно від зміни ринкової кон'юнктури. Важливим аспектом є також інтеграція стратегій хеджування в загальну систему управління ризиками інвестиційного проекту. Хеджування не повинно розглядатися як ізольований інструмент, а має бути частиною комплексного підходу, що включає ідентифікацію, оцінку, аналіз та контроль ризиків на всіх етапах життєвого циклу проекту. Особливої уваги заслуговує питання хеджування нефінансових ризиків, таких як операційні, технологічні, регуляторні та екологічні. Традиційні фінансові інструменти часто є неефективними для управління цими видами ризиків, що зумовлює необхідність розробки та застосування специфічних підходів, включаючи страхування, укладання спеціальних контрактів та впровадження заходів з мінімізації ризиків на операційному рівні.

Крім того, актуальним є дослідження впливу хеджування на вартість компанії та її інвестиційну привабливість: зниження ризику може підвищити стабільність грошових потоків та зменшити вартість капіталу. Однак, витрати на хеджування можуть знизити рентабельність інвестицій. Пошук оптимального балансу стає важливим завданням для фінансового менеджменту.

В умовах розвитку цифрових технологій та появи нових фінансових інструментів виникають нові можливості для хеджування інвестиційних ризиків. Дослідження потенціалу використання блокчейн-технологій, штучного інтелекту та інших інновацій для створення більш ефективних та прозорих механізмів хеджування є найбільш перспективними напрямками.

ОСОБЛИВОСТІ УПРАВЛІННЯ ВИСОКОРИЗИКОВАНИМИ ІННОВАЦІЙНИМИ ПРОЕКТАМИ

Таран А.П.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Управління високоризикованими інноваційними проектами є складною та багатогранною проблемою, що вимагає специфічних підходів та інструментів. Сутність таких проектів полягає у їхньому нелінійному характері, високому ступені невизначеності щодо технічної та комерційної реалізації, а також значній ймовірності невдачі. Однак, саме успішна реалізація таких проектів часто стає ключовим фактором забезпечення конкурентоздатності та довгострокового розвитку підприємств і економік в цілому.

Однією з ключових особливостей управління високоризикованими інноваційними проектами є необхідність застосування гнучких методологій, таких як Agile та Lean Startup. Ці підходи, на відміну від традиційних водоспадних моделей, дозволяють швидко адаптуватися до змін, проводити ітеративне тестування гіпотез та мінімізувати втрати у випадку невдачі, що є особливо важливим в умовах значної невизначеності.

Важливим аспектом є також управління ризиками, яке в контексті інноваційних проектів набуває особливого значення. Йдеться не лише про ідентифікацію та оцінку потенційних ризиків, але й про розробку проактивних стратегій їх мінімізації та розробку планів реагування на непередбачувані ситуації. Застосування таких інструментів, як сценарне планування та аналіз чутливості, дозволяє підвищити стійкість проекту до негативних впливів. Управління знаннями та компетенціями також відіграє критичну роль в успіху високоризикованих інноваційних проектів. Залучення висококваліфікованих фахівців з різними експертними знаннями, створення сприятливого середовища для обміну ідеями та навчання, а також ефективне управління інтелектуальною власністю є важливими передумовами успішної реалізації таких проектів. Крім того, успішне управління високоризикованими інноваційними проектами значною мірою залежить від лідерства та організаційної культури. Лідер повинен мати візію, здатність мотивувати команду в умовах високої невизначеності, а також толерантність до ризику та помилок. Організаційна культура, що заохочує експериментування, навчання на невдачах та співпрацю, створює сприятливе середовище для реалізації інновацій.

Також особливої уваги потребує фінансування високоризикованих інноваційних проектів оскільки традиційні методи оцінки інвестиційної привабливості можуть бути недостатньо ефективними через високий рівень невизначеності та довгостроковий характер очікуваних результатів. Тому часто виникає необхідність у залученні венчурного капіталу, грантового фінансування або застосуванні інших нестандартних фінансових інструментів.

МАРКЕТИНГ ВРАЖЕНЬ У ВОЄННИЙ ЧАС: ТРАНСФОРМАЦІЯ СПОЖИВЧОГО СПРИЙНЯТТЯ ТА НОВА ЕТИКА КОМУНІКАЦІЇ

Татаринцева Ю.Л.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У період соціальної напруги та загальнонаціональної нестабільності маркетинг зазнає суттєвих змін, особливо у контексті воєнного стану. Війна впливає не лише на економічні процеси, але й глибоко трансформує психологію споживача, його очікування, потреби та реакції. У нових реаліях важливо переосмислювати підходи до створення маркетингових вражень, адже споживач стає більш вразливим, чутливим до змісту, емоцій та цінностей, які транслює бренд. Тому ключовим завданням маркетологів стає формування таких вражень, які відповідають стану емоційної напруги суспільства.

Актуальність теми зумовлена тим, що традиційні способи комунікації з аудиторією в умовах війни часто не працюють або сприймаються як недоречні. Споживач більше не шукає розваг чи матеріального статусу – він прагне підтримки, чесності, надії, емоційної близькості. Це створює потребу у новій етиці маркетингу, який має не лише продавати, а й допомагати відновлювати віру, відчуття контролю і довіру до навколишнього середовища. Проблематика полягає у пошуку балансу між комерційною метою і гуманістичною місією брендів у кризовий час. У центрі нової моделі маркетингу вражень опиняється не продукт, а досвід, який він приносить. Споживач у воєнних умовах сприймає світ через призму втоми, втрат і невизначеності, тому емоційна складова взаємодії з брендом набуває особливого значення. Комунікації мають бути щирими, чутливими до контексту і такими, що підтримують психологічний стан людини. Формується новий запит на глибокі сенси, символіку, культурний контекст, які можуть викликати співпереживання, співзвучність і навіть внутрішнє зцілення. У цьому контексті корисними стають підходи, що ґрунтуються на концепціях VUCA та BANI, які описують сучасний світ як мінливий, непередбачуваний, крихкий і тривожний. Ці моделі допомагають краще зрозуміти, у якому середовищі перебуває споживач, і як його реакції можуть бути нелінійними або навіть парадоксальними. Застосування таких концепцій дозволяє створити більш адаптивні й динамічні маркетингові рішення, які враховують не лише економічні умови, а й глибинні психоемоційні фактори. Це сприяє формуванню довіри до бренду як до стабільного, людяного та зрозумілого партнера у часи змін. Таким чином, маркетинг вражень у воєнних умовах трансформується в інструмент підтримки, емпатії та співучасті. Основним вектором стає турбота про внутрішній стан людини, а не нав'язування продукту як цінності. У цій новій реальності виграють бренди, які здатні тонко відчувати настрій суспільства, транслювати щирість і надавати сенс кожній взаємодії. Зміни у сприйнятті, спричинені травматичним досвідом, вимагають глибшого розуміння психології поведінки, емпатійної комунікації та етичної відповідальності брендів.

ПРАВОВІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ІННОВАЦІЙ

Ткачов М.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Інновації є рушієм економічного зростання. Однак їх ефективне впровадження та захист потребують правового регулювання. Правові характеристики інновацій охоплюють правовий статус нововведень, інтелектуальну власність, регламентацію інноваційної діяльності, механізми стимулювання та контролю. У законодавстві інновація визначається як кінцевий результат НТД, втілений у новому продукті, технології чи методі. Основні правові ознаки: новизна – відмінність від уже існуючих рішень; соціальна та/або економічна корисність; реалізованість – здатність бути впровадженою у практику; захищеність – можливість правового захисту (патентування тощо). Основні правові акти, що регулюють інновації: закони про інноваційну діяльність; законодавство про інтелектуальну власність (права на патенти, корисні моделі, авторські права); господарський кодекс (регламентація суб'єктів інноваційної діяльності); міжнародні угоди (TRIPS, Паризька конвенція). Правовий захист інновацій здійснюється через патенти – на технічні рішення (винаходи, корисні моделі); авторське право – на програмне забезпечення, методики, дизайн; знаки для товарів і послуг – елемент брендування інновацій; комерційну таємницю – як форма захисту від недобросовісної конкуренції. Суб'єктами інновацій можуть бути: фізичні особи – винахідники, стартапери; юридичні особи – наукові установи, університети, підприємства; держава – як регулятор і замовник інноваційних рішень. Механізми правового стимулювання: податкові пільги для інноваційних підприємств; гранти, державні програми фінансування; інноваційні парки, індустріальні кластери; публічно-приватне партнерство у сфері R&D. Основні правові ризики та виклики: недостатній рівень захисту інтелектуальної власності; складність міжнародного патентування; порушення авторських прав у цифровому середовищі; проблеми з визнанням інновацій. Правові характеристики інновацій формують основу для безпечного, ефективного та справедливого функціонування інноваційного середовища.

Література:

1. Витвицька О.Д. Концептуальні підходи до дослідження механізму інноваційно-інвестиційного розвитку зерновиробництва // Агроінком. 2013. №10-12. С.10-14.
2. Перерва, П.Г. Інноваційні технології реструктуризації промислового підприємства. Маркетинг інновацій і інновації у маркетингу: збірник тез доповідей VIII Міжнар. науково-практ. конф., 25-26 вересня 2014 р. Суми: ТОВ "ДД "Папірус", 2014. С. 119-121.
3. Кулаєць М.М., Бабієнко М.Ф., Лайко П.А., Витвицька О.Д. Інноваційна діяльність в аграрній сфері // *Економіка АПК*. 2011. № 2. С. 100-107.
4. Скрипниченко В.А. Інноваційні аспекти виробництва біопалива на Україні: стан, проблеми, перспективи // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2009. С. 175-180.
5. Витвицька О. Д., Демешкант Н. А. Особливості інноваційного розвитку економіки і завдання аграрної науки та освіти. Агросвіт № 9, 2015. С. 3-7.

ОСОБЛИВОСТІ ЕВЕНТ-МАРКЕТИНГУ В ПРОМИСЛОВОСТІ

Ткачова Н.П.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Івент-маркетинг традиційно асоціюється з роздрібною торгівлею, масовими заходами та брендами споживчої групи. Проте в умовах активної цифровізації та зростаючої конкуренції івент-маркетинг стає дедалі актуальнішим і в промисловому секторі. Його ефективне використання дозволяє будувати ділові зв'язки, демонструвати технологічні можливості підприємства та формувати довіру до бренду на рівні B2B. У промисловості його основна мета – встановлення ділових контактів, презентація складних технічних рішень та створення репутаційного капіталу. Форми івент-маркетингу в промисловості: галузеві виставки та форуми (наприклад, Hannover Messe, Interpipe Tech Fest); презентації нових технологій або обладнання; воркшопи, семінари, майстер-класи для партнерів та клієнтів; дні відкритих дверей для замовників; онлайн-вебінари та віртуальні шоуруми.

Особливості промислового івент-маркетингу: технічна специфіка аудиторії – потрібна висока професійність у подачі матеріалу; менша кількість учасників, але вищий рівень ухвалення рішень; довготривалий цикл продажу, і подія є лише частиною складного B2B-процесу; індивідуальний підхід до учасників (індивідуальні консультації, демонстрації); необхідність залучення інженерного персоналу до підготовки і проведення подій. Переваги: прямий контакт з цільовою аудиторією; демонстрація технологій у дії; посилення довіри до бренду; залучення нових партнерів та інвесторів; формування експертного іміджу компанії. Виклики: висока вартість організації (особливо для участі у міжнародних виставках); складність у вимірюванні ефективності (ROI події); обмеження через регіональні чи галузеві правила; конкуренція за увагу в умовах інформаційного перенасичення.

Івент-маркетинг у промисловості є ефективним інструментом розвитку ділових зв'язків, зміцнення бренду і підтримки продажів. Його успіх залежить від точного позиціонування, професійного підходу до організації подій та інтеграції в загальну маркетингову стратегію підприємства.

Література:

1. Скрипниченко В.А. Інноваційні аспекти виробництва біопалива на Україні: стан, проблеми, перспективи // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2009. С. 175-180.

2. Витвицька О.Д. Концептуальні підходи до дослідження механізму інноваційно-інвестиційного розвитку зерновиробництва // Агроінком. 2013. №10-12. С.10-14.

3. Перерва, П.Г. Інноваційні технології реструктуризації промислового підприємства. Маркетинг інновацій і інновації у маркетингу: збірник тез доповідей VIII Міжнар. науково-практ. конф., 25-26 вересня 2014 р. Суми: ТОВ "ДД "Папірус", 2014. С. 119-121.

4. Кулаєць М.М., Бабієнко М.Ф., Лайко П.А., Витвицька О.Д. Інноваційна діяльність в аграрній сфері // *Економіка АПК*. 2011. № 2. С. 100-107.

5. Витвицька О. Д., Демешкант Н. А. Особливості інноваційного розвитку економіки і завдання аграрної науки та освіти. Агросвіт № 9, 2015. С. 3-7.

УПРАВЛІННЯ КЛІЄНТСЬКОЮ ЦІННІСТЮ У СТАРТАП-ПРОЕКТАХ НА СУЧАСНОМУ РИНКУ

Тонєва К. В.[1], Швець А. Д.[2]

[1]Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця, м. Харків

[2]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Стартапи, що функціонують в умовах високої невизначеності та обмежених ресурсів, стикаються з особливими викликами у побудові стійких відносин з клієнтами та максимізації їх довгострокової цінності (Customer Lifetime Value, CLV). На відміну від стабільних компаній, стартапам потрібні гнучкі та адаптивні стратегії управління клієнтською цінністю (CVM), які враховують специфіку швидкого тестування гіпотез, можливих змін бізнес-моделі та ключову роль перших користувачів [1]. Метою роботи є систематизація та адаптація стратегій CVM для стартапів. Дослідження виокремлює ключові стратегії:

1) Сегментація за цінністю, що дозволяє фокусувати ресурси на найбільш прибуткових клієнтах та клієнтах з високим потенціалом.

2) Персоналізація ціннісної пропозиції та комунікацій на основі аналізу даних для підвищення релевантності та лояльності.

3) Управління клієнтським досвідом (CXM) на всіх етапах взаємодії для забезпечення задоволеності та утримання.

4) Програми лояльності та утримання, адаптовані до можливостей стартапу (реферальні програми, ексклюзивний доступ).

5) Омніканальна стратегія для безшовної взаємодії через релевантні канали.

6) Використання аналітики даних (навіть базової) для розрахунку ключових метрик (Retention, Churn, CLV), прогнозування та A/B тестування.

Ефективність CVM у стартапах залежить від інтегрованого застосування цих стратегій та постійної їх адаптації до ринкових змін за допомогою гнучких підходів (Agile marketing, Build-Measure-Learn). Управління клієнтською цінністю є критично важливим для забезпечення стійкого зростання стартапів, дозволяючи приймати обґрунтовані рішення щодо розподілу ресурсів та побудови довгострокових прибуткових відносин з клієнтською базою. Подальші дослідження можуть фокусуватися на емпіричній оцінці впливу CVM-стратегій та розробці спрощених моделей прогнозування CLV для стартапів на ранніх стадіях.

Література:

1. Гуріна О., Карпенко В., Вдовічена О., Ліпич Л., Герило В. Маркетингові стратегії B2B: створення цінності, залучення та збереження ключових клієнтів // Financial and Credit Activity: Problems of Theory and Practice. – 2023. – Т. 5, № 52. – С. 543–561

ЕФЕКТИВНІСТЬ СТАЖУВАННЯ ВИКЛАДАЧІВ У ФІНЛЯНДІЇ

Торрой Іллка[1], Косенко А.В.[2]
[1]Університет м. Куопіо
[2]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Освітня система Фінляндії вже багато років визнається однією з найефективніших у світі. Її особливістю є інноваційний підхід до професійного розвитку викладачів. Стажування у фінських освітніх установах стало цінним джерелом практичного досвіду для вчителів і викладачів з усього світу. У цій доповіді розглядаються особливості, результати та вплив стажувань викладачів у Фінляндії на розвиток освітніх систем інших країн. Особливості освітньої системи Фінляндії: високий статус викладача: педагогіка є престижною професією, конкурс на вступ – надзвичайно високий; автономія вчителя: викладачі мають свободу у виборі методів навчання; орієнтація на індивідуальний підхід: мінімізація оцінювання, відсутність іспитів у початковій школі; безперервне підвищення кваліфікації: часті тренінги, семінари, академічна свобода. Цілі та формати стажування організовуються в межах Європейських освітніх програм (Erasmus+, Nordplus), прямих партнерств між університетами, проєктів за підтримки уряду Фінляндії. Показники ефективності стажування: професійне зростання: учасники впроваджують нові методи після повернення; покращення педагогічного клімату: зростає рівень співпраці, мотивація до змін; міжнародна інтеграція: налагодження науково-освітніх зв'язків між ВНЗ; розвиток критичного мислення і самоаналізу: фінська модель передбачає рефлексію як частину професійного росту. Проблеми та обмеження: культурні відмінності у підходах до освіти, висока вартість участі у стажуваннях, недостатній супровід після завершення програми, можливе формальне ставлення до адаптації практик.

Стажування викладачів у Фінляндії є ефективним інструментом трансформації освітніх підходів та підвищення якості навчання. Завдяки гнучкості, відкритості та рефлексивній культурі фінська модель слугує прикладом для удосконалення освітнього процесу в інших країнах, включно з Україною.

Література:

1. Перерва, П.Г. Інноваційні технології реструктуризації промислового підприємства. Маркетинг інновацій і інновації у маркетингу: збірник тез доповідей VIII Міжнар. науково-практ. конф., 25-26 вересня 2014 р. Суми: ТОВ "ДД "Папірус", 2014. С. 119-121.

2. Лайко П.А. Інформаційне забезпечення формування і функціонування ринку науково-технічної продукції як невід'ємна складова інноваційної діяльності // *Економіка АПК*. 2008. №7. С. 96-105.

3. Бузовський Є.А., Вітвицька О.Д., Скрипниченко В.А. Інновації в оцінюванні енергетичної ефективності та енергоємності сільськогосподарського виробництва // *Агроінком*. 2008. № 7 (10). С. 50–56.

4. Витвицька О.Д. Механізм реалізації мотивацій інноваційного підприємства : монограіфія. К.: Аграр Медіа Груп, 2011. 320 с.

5. Кулаєць М.М. Інноваційне забезпечення продовольчої безпеки в Україні і світі // *Агроінком*. 2011. № 1-3. С. 28.

ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ КОНСТРУКТОРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Труш Є.В., Мехович С.А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Конструкторська діяльність є фундаментальною складовою інноваційного процесу, створення нової техніки, модернізації продукції та вдосконалення виробничих систем. Якість цієї діяльності визначає надійність, ефективність, економічність та конкурентоспроможність кінцевого продукту. Для забезпечення належного рівня якості необхідно застосовувати чіткі, вимірювані показники оцінювання результатів конструкторських робіт. Якість конструкторської діяльності – це здатність результатів конструювання відповідати технічному завданню, вимогам стандартів, очікуванням споживачів і умовам виробництва, експлуатації та утилізації. Вона охоплює як технічні, так і організаційні, інформаційні й економічні аспекти. Нами пропонуються основні групи показників якості. Технічні показники: повнота і точність конструкторської документації; інноваційність технічних рішень; технологічність конструкції (простота виробництва і ремонту); відповідність стандартам, технічним умовам та нормам безпеки; надійність, міцність, довговічність конструкції. Економічні показники: вартість розробки (робочий час, ресурси); зменшення собівартості виготовлення продукту; рівень матеріалоємності та енергоспоживання; ефективність використання робочого часу (KPI інженерів). Організаційно-інформаційні показники: своєчасність виконання етапів проектування; зручність і зрозумілість документації для інших підрозділів (технологів, виробництва); рівень уніфікації і стандартизації елементів конструкції; інтеграція цифрових систем (CAD, PDM, PLM). Експлуатаційні показники: задоволеність користувачів технікою; рівень гарантійного обслуговування; кількість виявлених дефектів під час експлуатації. Показники якості конструкторської діяльності є ключовими інструментами для забезпечення успішної реалізації інженерних проєктів. Їхнє системне застосування дозволяє контролювати процес проєктування, виявляти недоліки, удосконалювати практику конструювання та підвищувати конкурентоспроможність техніки. Ефективна система оцінювання якості сприяє розвитку інноваційної культури на підприємстві.

Література:

1. Витвицька О.Д. Особливості формування механізму регулювання інвестування інновацій в сучасних умовах // Науковий вісник НУБіПУ. Сер.: Економіка, аграрний менеджмент, бізнес. 2013. Вип. 181(4). С. 85-90.

2. Shpak N., Vytvytska O., Martynyuk O., Kylaec M., Sroka W., (2022). Formation of management and technological maturity levels of enterprises for their dynamic development. Engineering Management in Production and Services, 14(3), 1-12.

3. Бажал Ю.М. Інноваційне підприємництво: креативність, комерціалізація, екосистема : навч. посібник. Київ: Пульсари, 2015. 278 с.

4. Бузовський Є.А., Витвицька О.Д., Скрипниченко В.А. Нетрадиційні джерела енергії - вимоги часу. Науковий вісник НУБіПУ, 2008. Вип. 119. С. 289-294.

ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ: СУТНІСТЬ ТА ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ

Тютюнник С.В., Салига О.С.
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава

7.02.2025 р. Міністерство фінансів України оприлюднило законопроєкт щодо запровадження звітності зі сталого розвитку. Дана звітність буде містити інформацію щодо розуміння впливу діяльності підприємств на питання сталого розвитку. Запровадження звітності зі сталого розвитку слугуватиме інформаційної базою для проведення еколого-економічного аналізу (ЕЕА) за допомогою якого можна оцінити екологічну стійкість суб'єкта господарювання чи галузі. Погоджуємося з авторами, що проведення ЕЕА дозволяє встановити взаємозв'язок між господарською діяльністю суб'єкта господарювання та його ресурсозберігаючою, природоохоронною та екоефективною діяльністю (оцінка результатів наявного прямого зв'язку «суб'єкт господарювання – довкілля»), а також проаналізувати результати впливу навколишнього середовища на показники діяльності підприємства (дослідження результатів впливу зворотного зв'язку «довкілля – суб'єкт господарювання») [1].

Доцільним є проведення ЕЕА на макро- та мікрорівнях. Одержані результати дозволяють виявити сильні та слабкі сторони щодо впливу на навколишнє середовище як на рівні підприємства, так і на рівні певної галузі, регіону чи країни в цілому, а також розробити пропозиції щодо мінімізації негативного впливу на довкілля. До складових ЕЕА відносять: екологічну експертизу (за результатами надається висновок з оцінки впливу на довкілля щодо дозволу на провадження планової діяльності чи обгрунтування у недопустимості її впровадження, який відповідно до ЗУ № 2059-VIII є обов'язковим до виконання); екологічний аудит (готується звіт про результати оцінки об'єкта екологічного аудиту, висновки за яким, відповідно до ЗУ № 1862-IV, враховуються під час визначення умов приватизації об'єктів держвласності, які мають підвищену еконебезпеку, при екострахуванні та у інших випадках); стратегічну екологічну оцінку (передбачає оцінку виконання документів держпланування для довкілля та формування звіту про стратегічну екологічну обстановку (ЗУ № 2354–VIII). Також проведення ЕЕА може включати еколого-економічний ситуативний аналіз; екологічний маркетинг та ін. Таким чином, проведення ЕЕА, особливо в умовах воєнного стану, дозволяє здійснити комплексну оцінку економічного та екологічного стану розвитку суб'єкту господарювання, регіону, галузі, а також проаналізувати результати впливу господарської діяльності на навколишнє середовище. Одержані результати можуть слугувати основою при розробці проєкту управлінських рішень щодо визначення заходів, які забезпечать більш ефективне використання різних видів ресурсів; мінімізують негативний вплив на довкілля та забезпечать більш повне досягнення цілей сталого розвитку.

Література:

1. Хвостіна І. М., Зелінська Г. О. Концептуальні аспекти еколого-економічного аналізу. *Вісник Хмельницького національного університету.* 2014. № 5. Т. 2. С. 115 – 119 (дата звернення: 15.04.2025).

АНАЛІЗ ДИНАМІКИ МАЙНА МАЛОГО ПІДПРИЄМСТВА З УРАХУВАННЯМ ІНФЛЯЦІЙНОГО ЧИННИКА

Тютюнник Ю.М., Мельниченко В.О.
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава

Важливою характеристикою фінансового стану малого підприємства є його майновий стан, оцінювання якого за інформацією форми № 1-м (1-мс) «Баланс» дозволяє зробити висновки щодо складу, розміщення, структури та динаміки активів (майна) і пасивів (джерел формування капіталу). При цьому використовуються прийоми горизонтального і вертикального аналізу, а під час формулювання висновків виокремлюються позитивні та негативні ознаки і тенденції у майновому стані. Однією з основних позитивних характеристик майнового стану малого підприємства є збільшення загальної вартісної оцінки активів (рядок 1300 балансу), що свідчить про нарощування майнового потенціалу підприємства, зростання його можливостей щодо розширення своєї діяльності. При цьому під час оцінювання динаміки майна визначають, у результаті зростання яких видів активів відбулося збільшення валюти балансу. Якщо приріст майна малого підприємства пов'язаний зі зростанням таких «позитивних» видів активів, як основні засоби, довгострокові фінансові інвестиції, нематеріальні активи, запаси, довгострокові та поточні біологічні активи, гроші та їх еквіваленти, то це оцінюється позитивно з погляду перспектив економічного зростання. Якщо ж приріст майна відбувся унаслідок зростання переважно «негативних» статей (насамперед поточної (за видами) дебіторської заборгованості), така тенденція буде оцінюватися як негативна [1, с. 42]. Також важливим в оцінюванні динаміки майнових ресурсів є співвідношення темпу приросту балансової вартості активів та рівня інфляції за відповідний період. Якщо темп приросту майна перевищує макроекономічний показник рівня інфляції, це означає зростання не тільки номінальної (балансової), а й реальної вартісної оцінки активів. Наприклад, упродовж 2024 р. майно малого підприємства збільшилося на 15,8 % за рівня інфляції 12,0 % [2]. У цьому випадку зростання реальної вартісної оцінки активів становить 3,4 % (1,158÷1,120×100–100). Якщо необхідно порівняти вартість майна на кінець 2024 р. з показником на кінець 2022 р., ураховується сукупний рівень інфляції за 2023-2024 рр.: 2023 р. – 5,1 %, 2024 р. – 12,0 %, 2023-2024 рр. – 17,7 % (1,051×1,120=1,177). Якщо, наприклад, балансова вартість майна станом на кінець 2024 р. порівняно з 2022 р. збільшилася на 16,5 %, то реальна вартісна оцінка активів зменшилася на 1,0 % (1,165÷1,177×100–100).

Урахування інфляційного чинника стосується об'єктивного оцінювання динаміки й окремих видів необоротних та оборотних активів.

Література:

1. Тютюнник Ю. М., Дорогань-Писаренко Л. О., Тютюнник С. В. Фінансовий аналіз підприємств : навч. посіб. [Електронне видання]. Полтава : ПДАУ, 2024. 350 с.

2. Індекс інфляції (2024) / Мінфін. URL: https://index.minfin.com.ua/ua/economy/index/inflation/2024/ (дата звернення: 14.04.2025).

ПРОЦЕДУРА РЕІНЖИНІРИНГУ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ

Тюфанов Г.Л., Мехович С.А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасних умовах динамічних змін ринку, технологічного прориву та зростаючих вимог споживачів, традиційні методи управління бізнесом втрачають ефективність. У зв'язку з цим зростає потреба у радикальному перегляді способів ведення бізнесу, що і є сутністю реінжинірингу бізнес-процесів. Реінжиніринг дозволяє не просто оптимізувати, а повністю переосмислити ключові процеси з метою досягнення проривних результатів. Реінжиніринг бізнес-процесів (англ. Business Process Reengineering, BPR) – це фундаментальне переосмислення і радикальне перепроектування бізнес-процесів з метою досягнення суттєвих покращень у таких показниках, як вартість, якість, швидкість і рівень обслуговування. Передумови впровадження реінжинірингу: зниження продуктивності та ефективності; висока вартість процесів; незадоволеність клієнтів; застаріла організаційна структура; впровадження нових технологій або зміна ринкової стратегії. Процедура (етапи) реінжинірингу бізнес-процесів вкл044Еає в себе. 1. Ініціювання проекту: визначення цілей реінжинірингу; формування команди та підтримка керівництва; визначення масштабів та ключових процесів. 2. Аналіз поточних бізнес-процесів: документування та візуалізація існуючих процесів; виявлення слабких місць і «вузьких» місць; аналіз витрат, часу, ресурсів. 3. Переосмислення та моделювання нових процесів: визначення нових підходів до реалізації процесів; створення моделей майбутнього стану; визначення необхідних змін у структурі, IT, кадрах. 4. Реалізація змін: впровадження нових процесів і технологій; навчання персоналу; пілотне тестування і коригування. 5. Оцінка результатів і постійне вдосконалення: вимірювання ефективності нових процесів; порівняння з базовими показниками; впровадження підходу до безперервного поліпшення (Kaizen, Lean). Переваги впровадження BPR; зниження витрат; скорочення циклу виробництва; покращення якості обслуговування; збільшення гнучкості компанії; вихід на нові ринки або сегменти.

Успішне впровадження реінжинірингу вимагає стратегічного бачення, командної роботи, цифрових технологій та готовності до змін. Це складний, але необхідний шлях до підвищення конкурентоспроможності бізнес-середовища.

Література:

1. Витвицька О.Д. Особливості формування механізму регулювання інвестування інновацій в сучасних умовах // Науковий вісник НУБіПУ. Сер.: Економіка, аграрний менеджмент, бізнес. 2013. Вип. 181(4). С. 85-90.

2. Shpak N., Vytvytska O., Martynyuk O., Kylaec M., Sroka W., (2022). Formation of management and technological maturity levels of enterprises for their dynamic development. Engineering Management in Production and Services, 14(3), 1-12.

3. Бажал Ю.М. Інноваційне підприємництво: креативність, комерціалізація, екосистема : навч. посібник. Київ: Пульсари, 2015. 278 с.

4. Бузовський Є.А., Витвицька О.Д., Скрипниченко В.А. Нетрадиційні джерела енергії - вимоги часу. Науковий вісник НУБіПУ, 2008. Вип. 119. С. 289-294.

ФУНКЦІОНУВАННЯ УКРАЇНСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ ПІД ЧАС ВОЄННИХ ДІЙ В КРАЇНІ

Угрімова І. В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Воєнні дії на території України створили безпрецедентні виклики для бізнесу. Багато підприємств були змушені зупинити виробництво, змінити локацію або повністю трансформувати свою діяльність. Разом з тим, український бізнес демонструє високий рівень адаптивності та стійкості.

Велика кількість труднощів, з якими зіткнулись українські підприємства, основними з яких є: фізичне знищення або пошкодження виробничих потужностей; перебої з логістикою, транспортом і постачанням сировини; втрата ринків збуту, особливо на тимчасово окупованих територіях та за кордоном; міграція працівників, мобілізація кадрів та кадровий дефіцит; ризики енергетичного колапсу та кіберзагроз.

В таких умовах дуже ускладнюється стратегічне планування. Найбільш ефективними сьогодні можуть бути адаптивні стратегії підприємств, такі як:

- Релокація бізнесу – переміщення виробництв у західні регіони або за кордон;
- Цифровізація – активний перехід на дистанційні формати роботи;
- Диверсифікація – освоєння нових видів продукції, у тому числі товарів оборонного та гуманітарного призначення;
- Партнерство з державою та волонтерами – кооперація з метою підтримки ЗСУ, внутрішньо переміщених осіб, лікарень тощо.

Великого значення на сьогодні набувають дії із боку держави; роль держави та міжнародної підтримки вагома завжди, а особливо сьогодні вона має максимально сприяти підтримці бізнесу (економіці). Останнім часом:

- Уряд впровадив низку податкових та регуляторних пільг для бізнесу в умовах воєнного стану;
- Розробляються програми релокації, мікрокредитування, компенсації за працевлаштування ВПО;
- Відбувається підтримка з боку ЄС, США, міжнародних організацій у вигляді грантів, пільгових кредитів, технічної допомоги.

В умовах воєнних дій підприємства мають багато викликів, наприклад, збереження інвестиційної привабливості, доступ до фінансування, відновлення інфраструктури. Але є і позитивні моменти: в цей час бізнес стає більш «гнучким», народжується «антикрихкий» бізнес, здатний до швидкої перебудови; відбувається активізація соціальної відповідальності бізнесу.

Українські підприємства, попри надзвичайно складні обставини, залишаються активним елементом економіки, підтримуючи як національну економічну стабільність, так і обороноздатність. Уміння швидко адаптуватися, налагоджувати нові зв'язки та модернізуватися – ключ до виживання та відновлення після війни.

ВІДЕОМАРКЕТИНГ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЦИФРОВОЇ КОМУНІКАЦІЇ З КЛІЄНТАМИ

Усатюк Д.Ю.,Храпкіна В.В.

Національний університет «Києво-Могилянська академія», м. Київ

У сучасних глобальних онлайн трендах відеомаркетинг перетворився з короткочасного явища на стратегічно важливий інструмент комунікації. Згідно з дослідженням компанії Wyzol, проведеним у 2024 році, близько 44% респондентів віддають перевагу ознайомленню з продуктом або послугою саме через короткі відео, тоді як лише 13% обирають текстову інформацію [1]. Для бізнесу, незалежно від його масштабів, відеомаркетинг відкриває нові можливості для ефективного представлення продуктів або послуг. До ключових переваг цього інструменту належать емоційний вплив на користувачів за допомогою асоціацій, демонстрація функціональності та реалістичного вигляду пропозицій. Підтвердженням результативності відеомаркетингу є опитування платформи Hubspot, за яким у 2024 році 73% респондентів визнали цей формат ефективним для досягнення бізнес-цілей їхніх компаній [2].

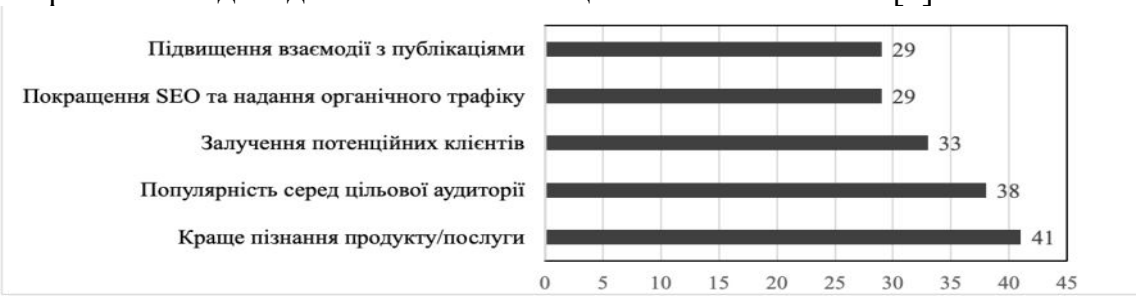


Рис 1 – Основні переваги створення відеоконтенту у 2024 році, % [2]

Відеомаркетинг є потужним інструментом для залучення цільової аудиторії, однак його ефективність залежить від глибокого розуміння споживача, зокрема визначення цільового сегменту за соціально-демографічними та поведінковими характеристиками. Ключову роль у цьому процесі відіграє сторітелінг, що дозволяє сформувати емоційний зв'язок із аудиторією через історії, цінності та місію бренду [3]. Особливої популярності набувають короткі відеоформати (10–30 секунд) на платформах TikTok, Instagram та YouTube, які приваблюють своєю лаконічністю, простотою й доступністю. Відеоконтент вирізняється високою ефективністю сприйняття, адже 89% користувачів зазначають, що саме відео мотивує їх до розгляду та купівлі продукту[4]. Отже, відеомаркетинг не лише сприяє зростанню довіри й лояльності до бренду, а й забезпечує конкурентну перевагу та ефективну взаємодію з цільовою аудиторією.

Література:

1. Makosiewicz M. 89 Content Marketing Statistics to Know for 2025. URL: https://ahrefs.com/blog/content-marketing-statistics/

2. Needle. F. The HubSpot Blog's 2024 Video Marketing Report. URL: https://blog.hubspot.com/marketing/video-marketing-report

3. Юренко В. Створення ефективної стратегії: як залучити аудиторію за допомогою цілеспрямованого контенту? URL: https://surl.li/kjnvul

4. Бондаренко О. Як збільшити продажі на 87% завдяки відеоконтенту. URL: https://surl.li/gjyapf.

МЕТАВСЕСВІТИ ТА ВІРТУАЛЬНА РЕАЛЬНІСТЬ ЯК НОВІ ПЛАТФОРМИ ДЛЯ БІЗНЕСУ

Фадєєв Д.В., Коптєва Г.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Метавсесвіти та VR-технології виходять за рамки розваг і все частіше впроваджуються в бізнес [1]. Компанії використовувати ці цифрові простори як повноцінні бізнес-інструменти для комунікації з клієнтами, розробки нових продуктів та оптимізації робочих процесів. Сучасні технології дозволяють створювати віртуальні світи, де бренди можуть відкривати магазини, проводити заходи, проводити презентації і навіть керувати офісами [2]. Це новий формат взаємодії з користувачами, де увага до деталей, ефект присутності та інтерактивність формують унікальний досвід користувача. Однією з головних переваг метавсесвіту є можливість глибокої персоналізації. Компанії аналізують поведінку користувачів у режимі реального часу, пропонують індивідуальні рішення та будують відносини з клієнтами. Віртуальні шоуруми, демонстрації 3D-продукції, консультації з цифровими аватарами – все це вже частина повсякденної бізнес-практики. Внутрішня ефективність також відіграє важливу роль. VR дозволяє навчати співробітників, моделювати складні процеси, а також проводити віддалені зустрічі в повністю імерсивному форматі [3]. Такі інструменти стають особливо корисними для міжнародних команд, де віртуальне середовище знижує бар'єри фізичної дистанції та підвищує залученість. Також важливо відмітити впровадження технологій блокчейн та NFT. Це уможливлює безпечні транзакції, цифрове володіння віртуальними об'єктами та розширює перспективи створення власних економік у метавсесвітах. Наприклад, великі бренди, такі як Nike та Gucci, вже відкрили власні віртуальні магазини у метавсесвіті, де користувачі можуть приміряти цифровий одяг на аватарах та придбати ексклюзивні віртуальні товари. Підводячи підсумок можна відмітити, що метавсесвіт пропонує гнучкість, масштабованість і доступ до глобальної аудиторії без географічних кордонів [4]. Метавсесвіти та віртуальна реальність стають не просто додатковим каналом комунікації, а новим бізнес-середовищем. Це поки що не найпоширеніший напрямок для українських компаній, але це простір для нових можливостей для тих, хто готовий адаптуватися.

Література:

1. Bernard Marr (2023). Virtual Reality, Real Business: The Impact Of The Metaverse On Companies. https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2023/10/26/ervirtual-reality-real-business-the-impact-of-the-metaverse-on-companies/.
2. Коптєва Г.М. Забезпечення економічної безпеки підприємства торгівлі в умовах цифровізації. Міжн. наук.-пр. конф. «Економіка в контексті глобальних змін суспільства». Дніпро: НО «Перспектива», 2020. С.65–68.
3. Brenk, K., Tomini, N., *et al.* From virtual vision to business reality: embracing the metaverse revolution. *Rev Manag Sci* (2025).
4. Кропива В., Коптєва Г. (2023). Стратегія міжнародного маркетингу компанії в умовах глобалізації. *Вісник НТУ «ХПІ». Серія: економічні науки*, №5, С.37–42.

МІЖНАРОДНИЙ ДОСВІД ОБЛІКУ ТА ОПОДАТКУВАННЯ МАЛОГО БІЗНЕСУ ДЛЯ УКРАЇНИ

Фартушняк О.В.

Харківський національний університет імені Семена Кузнеця, м. Харків

В роботі розглянуто питання вивчення міжнародного досвіду, що дозволяє переймати найкращі практики у сфері обліку та оподаткування суб'єктів малого підприємництва [1, с. 51]. Це обумовлено тим, що малий бізнес є одним із ключових драйверів економічного зростання в багатьох країнах світу, зокрема і в Україні. Проте ефективність його функціонування значною мірою залежить від податкової політики держави та організації обліку.

Зарубіжний досвід свідчить, що застосування спрощених податкових систем (наприклад, у Польщі, Болгарії, Італії, Румунії, Ірландії) сприяє зменшенню рівня тінізації бізнесу, стимулює підприємницьку активність, а також значно полегшує облікову та податкову звітність. У перелічених країнах спрощені режими не містять вимоги ведення товарного обліку (Ірландія), мають значні виключення у фіскалізації (Болгарія), та подекуди навіть менші ставки оподаткування (Італія, Румунія), ніж українська система оподаткування [3]. У країнах ЄС широко застосовується електронне адміністрування звітності, що спрощує взаємодію підприємств із контролюючими органами та підвищує прозорість діяльності бізнесу.

Особливу увагу слід приділити гармонізації облікових систем з міжнародними стандартами, зокрема впровадженню IFRS for SMEs, що дозволить українським підприємствам бути зрозумілими для іноземних партнерів і розширювати присутність на зовнішніх ринках [2, с. 58].

Країни з розвиненою економікою також активно впроваджують механізми підтримки малого бізнесу: податкові канікули, субсидії, державне гарантування кредитів тощо. Наприклад, у США та Німеччині функціонують програми для стартапів, які забезпечують фінансову, консультаційну та освітню підтримку бізнесу на ранніх етапах.

Запозичення зазначених практик дозволить удосконалити українську систему оподаткування та обліку малого бізнесу, знизити адміністративне навантаження на підприємців і створити сприятливе середовище для розвитку малого підприємництва в Україні.

Література:

1. Травін В., Гудзюк Є. Досвід країн ЄС та світу у застосуванні спрощених податкових систем для мікро- та малого бізнесу. *Проблеми теорії та методології бухгалтерського обліку, контролю і аналізу*. 2024. № 3(59). С. 50–56.

2. Гармонізація бухгалтерського обліку та оподаткування на підприємствах України в контексті нормативів ЄС : монографія / [О.І. Малишкін, К.В. Безверхий, І.С. Ковова, С.М. Семенова, С.М. Шуляренко, В.П. Карєв]; за наук. ред. О.І. Малишкіна; Державний університет інфраструктури та технологій. Київ: ДУІТ, 2018. 416 с.

3. Світовий досвід застосування спрощених режимів оподаткування мікро та малого бізнесу. Інститут соціально-економічної трансформації. 2022. URL: https://iset-ua.org/ua/doslidzhennya/item/211-svitovyi-dosvid-zastosuvannia-cco

ПЕКІНСЬКИЙ ДОГОВІР З АУДІОВІЗУАЛЬНИХ ВИКОНАНЬ: ПРАВОВЕ ТА ЕКОНОМІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ДЛЯ УКРАЇНИ

Федорова Н. В.
НДІ інтелектуальної власності НАПрН України, м. Київ

Пекінський договір з аудіовізуальних виконань [1], ухвалений 2012 року та чинний з 2020-го, став ключовим етапом у міжнародному правовому регулюванні прав артистів на їхні аудіовізуальні виконання. Документ адаптує правову охорону до цифрової епохи, надаючи виконавцям – акторам, музикантам, хореографам – майнові й немайнові права на захист і монетизацію їхньої творчості.

Договір визначає виключні права артистів на відтворення, поширення, прокат і доведення до загального відома їхніх творів. Це створює юридичну основу для отримання доходів у цифровому середовищі – від стримінгових платформ до трансляцій у соцмережах. Передбачено й захист технічних засобів охорони прав (антипіратські інструменти), що дозволяє ефективніше боротися з нелегальним розповсюдженням контенту.

В економічному вимірі приєднання до Пекінського договору відкриває для України потенціал зростання культурного ВВП. За даними ЮНКТАД [2], креативні індустрії забезпечують до 3–5% глобального ВВП і створюють мільйони робочих місць. У випадку України, в умовах війни та втрати значної частини культурної інфраструктури, розширення економічних прав артистів є критично важливим для виживання галузі. Завдяки праву на цифрову монетизацію виконавці можуть отримати нові джерела доходу – ліцензійні виплати, роялті, контракти з онлайн-платформами.

Приєднання до договору також має іміджевий ефект – воно підвищує довіру міжнародних партнерів, стимулює інвестиції у сферу медіа та створює умови для експорту українського культурного продукту. У рамках євроінтеграційного курсу України, це – логічний крок у гармонізації національного законодавства з міжнародними стандартами у сфері інтелектуальної власності.

Література:

1. Beijing Treaty on Audiovisual Performances entered into force on 28 April 2020. URL: https://www.wipo.int/treaties/en/ip/beijing/index.html (дата звернення: 18.04.2025)
2. United Nations UNCTAD. Creative Economy: A Feasible Development Option (2010). URL: https://unctad.org/system/files/official-document/ditctab20103_en.pdf (дата звернення: 18.04.2025)

ЛОЯЛЬНІСТЬ ПЕРСОНАЛУ ЯК СТРАТЕГІЧНИЙ РЕСУРС АВТОТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВ В УМОВАХ НЕСТАБІЛЬНОСТІ

Федотова І.В., Кошлич А.Р.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

В умовах воєнних дій в Україні питання збереження лояльності персоналу на підприємствах набуває особливої ваги. Для автотранспортних підприємств (АТП), що працюють в умовах високих ризиків та постійних змін, лояльність працівників є важливим індикатором стабільності та ефективності підприємства.

Згідно з дослідженням К. Злобіна, війна в Україні значно вплинула на лояльність персоналу підприємств. Більшість респондентів (68,8%) відзначили, що рівень їх лояльності залишився незмінним, але 16,4% відзначили його зростання, а 14,8% – зменшення. Основними факторами, що впливають на лояльність, є фінансова підтримка, безпека, гнучкість робочого графіку, соціальна підтримка та комунікація з керівництвом [1].

Дослідження Я. Гринцевич та В. Ігнатюк показує, що на транспортних підприємствах України основна увага приділяється матеріальній мотивації, такій як заробітна плата, надбавки та премії. Однак для підвищення лояльності працівників необхідно розвивати нематеріальні стимули, такі як можливості для професійного розвитку, покращення умов праці та підтримка корпоративної культури [2].

Для підвищення лояльності персоналу автотранспортні підприємства повинні впроваджувати стратегії відкритої комунікації, що допоможе працівникам відчувати підтримку з боку керівництва. Важливо забезпечити можливості для професійного розвитку і кар'єрного росту, навіть у складних умовах. Також необхідно підтримувати ментальне здоров'я працівників і надавати гнучкість у робочих графіках, що дозволить знизити плинність кадрів. Ці заходи допоможуть зберегти стабільність підприємства, підвищити лояльність працівників і зберегти ефективність роботи в умовах воєнних дій.

Таким чином, в українському контексті лояльність персоналу має розглядатися як стратегічний ресурс, що забезпечує адаптивність, конкурентоспроможність і сталий розвиток автотранспортних підприємств у період турбулентності та трансформацій.

Література:

1. Злобін К. В. Вплив війни в Україні на лояльність персоналу підприємств до роботодавців. *Вчені записки Університету «КРОК».* 2024. № 2(74). С. 217–227. DOI: https://doi.org/10.31732/2663-2209-2024-74-217-227

2. Гринцевич Я. І., Ігнатюк В. В. Мотивація персоналу на транспортних підприємствах в сучасних умовах господарювання. *Економіка. Фінанси. Право.* 2022. № 12. С. 5–8.

РОЛЬ АІ У ПРОЦЕСІ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ СПОЖИВАЧЕМ

Феллер О. Р., Галушко О. І.
Український державний університет науки і технологій, ННІ ПДАБА м. Дніпро

Поведінка споживача формується під впливом багатьох факторів, зокрема внутрішніх (базові фізіологічні потреби, власні уподобання і переконання), і зовнішніх (реклама, інформація про нові продукти і послуги, рекомендації друзів, спостереження за покупками інших людей), які досягли достатнього рівня інтенсивності та спонукають споживача до конкретних дій. В сучасному світі розвиток цифрових технологій та штучного інтелекту (ШІ) впливає на всі сфери життя, у т.ч. на поведінку споживача [1-3]. Все більше відповідальності за вибір перекладається на алгоритми, які аналізують дії споживача, його уподобання та історію поведінки, і на основі цього пропонують оптимізовані варіанти ще до того, як споживач сформулює власну потребу.

ШІ впливає і на швидкість прийняття рішень – цифрові фінансові сервіси та електронна комерція навмисно використовують алгоритми, які мінімізують часові та ментальні витрати споживача. Це підвищує ефективність і для продавця, і для споживача, але знижує рівень усвідомленості і критичного мислення при виборі товарів та послуг. Емоційне залучення споживача також зменшується, оскільки алгоритми ШІ створюють ідеальний момент для покупки, замінюючи природній внутрішній імпульс споживача раціоналізованим сигналом. Взаємодія з ШІ-агентами створює ілюзію персоналізованої комунікації, яка підсилює довіру до запропонованого рішення. Отже, ШІ є не просто зручним додатком – він трансформує саму природу вибору і поведінку споживача, підвищуючи ефективність процесу покупки, але зменшуючи усвідомленість та емоційне залучення, що може формувати післякупівельний дисонанс та подальшу втрату лояльності до продуктів. Майбутні продажі потребують не лише ефективних алгоритмів, а й збереження критичної оцінки альтернатив та емоційної залученості. Для бізнесу це означає не тільки необхідність інвестувати в технології ШІ, але й розробляти стратегії, орієнтовані на людину, ставлячи на перше місце прозорість, справедливість і побудову довгострокових відносин.

Література:

1. Галушко О. І., Задорнова В. В., Пилипенко К. В. Вплив штучного інтелекту на емоційний інтелект людини. XVI International scientific and practical conference "New ways of improving outdated methods and technologies" (December 17-20, 2024) Copenhagen, Denmark. International Science Group. 2024. P. 284-290. URL: https://isg-konf.com/uk/new-ways-of-improving-outdated-methods-and-technologies/

2. Galushko O., Batmanghlich C. Ethical and practical aspects of using the artificial intelligence in the educational process. *Scientific journal "Philosophy, Economics and Law Review".* 2023. 3 (2). Pp. 47-52. DOI: https://doi.org/10.31733/2786-491X-2023-2-47-52.

3. Приходько О. М., Скоробогатова А. О., Семенова Л. Ю. Роль штучного інтелекту у вивченні поведінки сучасних споживачів. *Інвестиції: практика та досвід*. 2024. № 22. С. 149-156. DOI: https://doi.org/10.32702/2306-6814.2024.22.149.

ІНТЕГРОВАНА ЗВІТНІСТЬ ЯК ІНСТРУМЕНТ СТРАТЕГІЧНОГО АНАЛІЗУ ТА УПРАВЛІННЯ БІЗНЕСОМ

Фесенко В. В., Кабанова С. В.
Український державний університет науки і технологій,
ННІ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»,
м. Дніпро

У добу цифровізації, глобалізації та інтеграційних змін в управлінні підприємствами виникає необхідність впровадження інноваційних інформаційних інструментів для прийняття рішень. Одним із таких інструментів стала інтегрована звітність, яка забезпечує комплексну комунікацію між підприємством та його стейкхолдерами. Її поява є логічним етапом еволюції облікової системи, орієнтованої на прозорість, повноту і релевантність інформації в умовах цифрової економіки. Перші приклади цифрового застосування інтегрованої звітності були зафіксовані у 2009 році в США, що поклало початок глобальному поширенню практики. Важливою віхою стало створення у 2013 році The International Integrated Reporting Framework (IIRF), що визначив інформаційно-технологічні принципи формування цифрових звітів. Інтегрована звітність забезпечує цифрову консолідацію фінансових і нефінансових даних, створює аналітичне підґрунтя для прогнозування, моніторингу, управління ризиками і стратегічного планування. Разом із застосуванням цифрових технологій у звітуванні - таких як електронні системи збору даних, хмарні платформи, big-data-аналітика - вона сприяє формуванню інтелектуального середовища управління. Проте в Україні існують суттєві бар'єри: відсутність офіційного перекладу IIRF українською мовою, неврегульованість у законодавстві, нестача відповідних компетентностей у бухгалтерів на підприємствах. Водночас законодавчі ініціативи щодо звіту про управління (що містить ознаки інтегрованого звіту) відкривають шлях до поступової імплементації інтегрованої звітності. Актуальним є також питання відмежування інтегрованої звітності від ESG-звітності (Environmental, Social, Governance). Обидва підходи орієнтовані на розкриття нефінансових аспектів діяльності підприємства, однак мають різне цільове спрямування: інтегрована звітність фокусується на створенні цінності у довгостроковій перспективі для всіх стейкхолдерів, інтегруючи фінансову інформацію з нефінансовими показниками; ESG-звітність акцентує увагу саме на трьох критичних сферах: довкілля, соціальна відповідальність і корпоративне управління, маючи сильне регуляторне навантаження, особливо в ЄС. Ключова відмінність - інтегрована звітність спрямована на показ причинно-наслідкових зв'язків між стратегією, ресурсами та результатами, тоді як ESG-звітність – на відповідність зовнішнім вимогам і рейтингам сталого розвитку. Інформаційні системи, що забезпечують ці формати звітності, також відрізняються: перша потребує аналітичної інтеграції, друга – стандартизованого збору та моніторингу. Таким чином, обидва підходи є взаємодоповнюючими в умовах цифрової трансформації, однак інтегрована звітність має вищий потенціал для стратегічного управління в цифровому середовищі.

МІЖНАРОДНІ ВИМОГИ ДО РОЗКРИТТЯ ОПЕРАЦІЙ ІЗ ПОВ'ЯЗАНИМИ СТОРОНАМИ У ФІНАНСОВІЙ ЗВІТНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ

Фесенко В. В., Романченко О. О.
Український державний університет науки і технологій,
ННІ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»,
м. Дніпро

Інтеграція України у міжнародний економічний простір зумовила посилення вимог до облікової політики вітчизняних підприємств, зокрема у сфері фінансової звітності. Із 2018 року, у зв'язку з оновленням Закону України «Про бухгалтерський облік та фінансову звітність», значно розширено перелік підприємств, які зобов'язані звітувати за міжнародними стандартами фінансової звітності (МСФЗ). До цієї категорії належать не лише публічні акціонерні товариства, банки та страхові компанії, але й великі підприємства, емітенти біржових цінних паперів, недержавні пенсійні фонди, кредитні спілки, добувні підприємства та компанії, що керують активами.

Одним із ключових стандартів, що регламентують розкриття специфічної інформації у звітності, є МСБО 24 «Розкриття інформації про зв'язані сторони». Стандарт передбачає, що всі підприємства, які звітують за МСФЗ, мають детально відображати у фінансових документах інформацію про взаємовідносини з пов'язаними сторонами, незалежно від фактичної наявності операцій у звітному періоді. Це зумовлено тим, що сам факт існування пов'язаності може вплинути на сприйняття користувачами звітності фінансового стану підприємства. До пов'язаних сторін МСБО 24 відносить як фізичних осіб, що мають суттєвий вплив або контроль, так і юридичних осіб, які входять до однієї групи, мають спільних власників або перебувають під спільним контролем. Особлива увага приділяється родинним зв'язкам, адже у міжнародній практиці саме через них можуть виникати приховані інтереси, що впливають на фінансову діяльність. Вимоги до розкриття включають ідентифікацію сторін, обсяги операцій, характер угод, залишки заборгованості та їх вплив на фінансові показники. Також важливо враховувати, що значна частина підприємств, які звітують за МСФЗ, підлягають обов'язковому аудиту, що також вимагає врахування вимог Міжнародного стандарту аудиту 550 «Пов'язані сторони». Узагальнюючи, можна виокремити кілька рівнів взаємозалежності між підприємствами: незалежні компанії (менше 20% участі, відсутність впливу); асоційовані компанії (20–50% участі, суттєвий вплив без контролю); материнські та дочірні компанії (понад 50%, контроль діяльності); абсолютно залежні підприємства (100% володіння); неформально пов'язані компанії (відсутність юридичного контролю, але наявність економічної взаємозалежності, у т.ч. в офшорних схемах). Таким чином, дотримання вимог МСФЗ щодо розкриття операцій із пов'язаними сторонами є не лише формальною вимогою, але й інструментом забезпечення прозорості, запобігання маніпуляціям та формування довіри до фінансової звітності підприємств у міжнародному середовищі.

ОНЛАЙН-РЕПУТАЦІЯ БРЕНДУ ЯК ЕЛЕМЕНТ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВА

Фісуненко П.А., Булєєв Ю.С.

ННІ Придніпровська державна академія будівництва та архітектури УДУНТ, м. Дніпро

Для українських підприємств, які працюють у складних умовах війни, онлайн-репутація є не лише питанням публічних відносин, але й елементом економічної безпеки. Репутаційні атаки у форматах фейкових відгуків, хейтерських кампаній та чорного PR можуть призвести до значних фінансових втрат. Негативна репутація може спричинити втрату довіри стейкхолдерів, що призводить до фінансових збитків [1]. О.М. Ляшенко зазначає, що репутаційний аудит та швидке реагування є одними з основних інструментів управління економічною безпекою підприємства [2]. До основних загроз належать: негативні відгуки на маркетплейсах та Google Maps, які можуть відлякати потенційних клієнтів; бот-атаки в соцмережах, що призводять до штучного зниження рейтингу; вірусні публікації з негативом в Telegram, YouTube та інших платформах, які швидко поширюються серед аудиторії.

Ці фактори можуть суттєво впливати на сприйняття бренду та його фінансову стабільність, тому для ефективного управління онлайн-репутацією необхідно використовувати спеціалізовані інструменти моніторингу, що дозволяють оперативно виявляти загрози: YouScan – українська платформа моніторингу соціальних медіа з функціями аналізу зображень та інтеграцією з ChatGPT для глибокого аналізу згадок; Google Alerts – безкоштовний інструмент для відстеження нових згадок про бренд в інтернеті; LOOQME – сервіс комплексного моніторингу згадок бренду з можливістю аналізу тональності відгуків. Має інтеграції з медіа та соцмережами.

Ефективне управління репутацією має включати наступні механізми реагування: оперативна відповідь на негативні відгуки з пропозицією вирішення проблем; створення позитивного контенту для зміцнення іміджу бренду; співпраця з інфлюенсерами, лідерами думок для поширення позитивних згадок про компанію.

Онлайн-репутація є невід'ємною складовою економічної безпеки підприємства. Використання сучасних інструментів моніторингу та своєчасне реагування на загрози дозволяє мінімізувати ризики та забезпечити стабільний розвиток бізнесу в умовах цифрової трансформації.

Література:

1. Наумова О., Наумова М., Шевчук А. Вплив ділової репутації на забезпечення економічної безпеки компанії. *Економіка та суспільство*. 2024., вип. 62.

2. Ляшенко О.М. Ресурсно-захисний підхід до стратегування економічної безпеки підприємства. *Вчені записки Університету «КРОК»*. 2021. Вип. 2 (62). С. 132-143.

УПРАВЛІННЯ ДИСТАНЦІЙНОЮ ПРАЦЕЮ ПЕРСОНАЛУ ПІДПРИЄМСТВА В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

Фоміна Ж.В., Коптєва Г.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В умовах воєнного стану вітчизняні підприємства змушені пристосовуватись до нової реальності, де безпека працівників, збереження продуктивності праці, стабільність процесів і моральна підтримка колективу виходять на перший план. У таких обставинах ефективне управління дистанційною працею персоналу стає критично важливим. Найважливішими чинниками успіху, на наш погляд, є [1; 2]:

1. Створення нової моделі управління дистанційною працею (запровадження нових процедур звітності, перегляд моделей комунікації та контролю, емоційна підтримка працівників). Дистанційна праця стала не тільки засобом збереження бізнесу, а й способом забезпечення безпеки для персоналу.

2. Технологічні рішення. Впровадження цифрових платформ стало однією з найважливіших умов ефективної віддаленої взаємодії. Використання інструментів як-от Zoom, Microsoft Teams, Google Workspace дозволило організувати комунікацію та командну співпрацю. Розроблені внутрішні системи обліку робочого часу, автоматизовані HR-сервіси дозволили дистанційно керувати всіма етапами життєвого циклу працівника – від найму до оцінки результатів.

3. Адаптація HR-процесів. Підбір персоналу, адаптація, навчання, мотивація і навіть звільнення – всі ці процеси стали віддаленими. Водночас зросла роль «soft skills» у керівників: емпатія, вміння підтримати, ефективна комунікація, збереження ментального здоров'я співробітників (воркшопи з емоційного вигорання, формати неформального онлайн-спілкування тощо).

4. Ідентифікація проблем та викликів (відчуття ізоляції, зниження командного духу, складність у контролі за якістю виконаних завдань, труднощі з інтернет-зв'язком та стабільним електропостачанням, нерівність доступу до технічних ресурсів між різними працівниками, що впливає на загальну продуктивність праці персоналу).

5. Фокус на позитивні результати (підвищення самостійності співробітників, економія часу на дорогу, гнучкість у розкладі роботи, можливість залучення спеціалістів з будь-якого регіону).

Успішна реалізація таких підходів сприяє не лише стабільності бізнесу, а й стійкості суспільства загалом.

Література:

1. Коптєва Г.М. Кадрова безпека підприємства: сутність, складові та забезпечення. *Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Серія: економічні науки.* №2. 2020. С.119–124

2. Ткаченко К., Коптєва Г. Мотивація та стимулювання праці персоналу в управлінні підприємством. *Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут».* Серія: економічні науки, №4, 2023. С.33–38.

СТРАТЕГУВАННЯ РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМСТВА В УМОВАХ МІНЛИВОГО СЕРЕДОВИЩА

Фощій М.Д., Маслак М.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В роботі розглянуто особливості стратегування розвитку підприємства в умовах мінливого середовища. Постійні зміни економічних, політичних, технологічних і соціальних факторів створюють для бізнесу нові виклики, які унеможливлюють ефективне використання традиційних підходів до стратегічного планування. В умовах нестабільності жорсткі довгострокові плани втрачають актуальність, оскільки не враховують динаміку зовнішнього середовища. Це зумовлює потребу у стратегуванні як більш гнучкому та адаптивному процесі управління розвитком підприємства.

Стратегування передбачає постійний аналіз зовнішніх і внутрішніх факторів, готовність до коригування цілей та інструментів їх досягнення залежно від ситуації [1]. Однією з ключових особливостей є використання сценарного підходу, коли підприємство формує декілька варіантів розвитку з урахуванням можливих ризиків і змін ринкових умов. Важливу роль відіграє інтеграція цифрових технологій, що дозволяють оперативно обробляти інформацію, здійснювати моніторинг та приймати обґрунтовані рішення у режимі реального часу. Крім того, стратегування орієнтоване на підвищення гнучкості організаційної структури підприємства, розвиток інноваційних підходів до управління та активну взаємодію зі стейкхолдерами. Це дає змогу не лише реагувати на виклики, а й випереджати їх, формуючи стійкі конкурентні переваги. В умовах мінливого середовища зростає значення антикризового управління, ефективної координації ресурсів та залучення персоналу до реалізації стратегічних цілей.

Отже, стратегування розвитку підприємства є необхідною умовою його стійкого функціонування та зростання в умовах динамічного ринку. Стратегування сьогодні є ключовим інструментом управління, що забезпечує адаптацію підприємства до динамічних змін ринку, технологій та зовнішніх викликів. На відміну від традиційного стратегічного планування, цей підхід орієнтований на гнучкість, постійне оновлення цілей і інтеграцію інноваційних рішень у процес управління.. Використання сучасних інструментів аналізу, цифрових технологій і гнучких моделей управління дозволяє підприємствам ефективно долати нестабільність та забезпечувати довгострокову конкурентоспроможність.

Література:

1 Маслак М., Фощій М. Особливості стратегування розвитку підприємства в умовах мінливого середовища. *Наукові інновації та передові технології.* 2025. №4(44). С.604-621 DOI: https://doi.org/10.52058/2786-5274-2025-4(44)-604-621

ПРОФСПІЛКОВІ СОЦІАЛЬНІ ПРОЄКТИ ЯК ІНСТРУМЕНТ ФОРМУВАННЯ КОРПОРАТИВНОЇ СОЦІАЛЬНОЇ ВІДПОВІДАЛЬНОСТІ

Фощій П.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В роботі розглянуто профспілкові соціальні проєкти як інструмент формування корпоративної соціальної відповідальності. У сучасних умовах корпоративна соціальна відповідальність (КСВ) стала важливим елементом стратегії сталого розвитку компаній. Її реалізація вимагає участі не лише менеджменту, а й усіх внутрішніх та зовнішніх стейкхолдерів, серед яких профспілки відіграють ключову роль. Через участь у соціальних проєктах профспілки не лише захищають інтереси працівників, а й активно впливають на формування етичної та соціально орієнтованої моделі корпоративної поведінки.

Профспілки ініціюють або беруть участь у проєктах, спрямованих на поліпшення умов праці, підвищення рівня соціального забезпечення, розвиток персоналу, гендерну рівність, охорону праці та екологічну відповідальність. Такі ініціативи підсилюють КСВ не лише на рівні формальної звітності, а й у практичному вимірі через реальні дії на користь працівників і громади. Саме через профспілкові соціальні проєкти компанія може забезпечити баланс між бізнес-цілями та соціальними зобов'язаннями.

Особливістю цього підходу є те, що профспілки виступають не просто спостерігачами чи критиками дій роботодавця, а повноцінними партнерами у впровадженні соціально відповідальних практик. За наявності ефективного соціального діалогу вони здатні ініціювати проєкти, які відповідають потребам трудового колективу, підвищують лояльність працівників, знижують плинність кадрів і формують позитивний імідж компанії.

Профспілкові соціальні проєкти реалізуються як за рахунок власних коштів організацій, так і через партнерство з бізнесом, грантові програми, міжнародну технічну допомогу. Це дозволяє розширювати масштаби впливу та залучати до реалізації ініціатив не лише трудовий колектив, а й місцеві громади. Серед успішних напрямів варто виділити освітні проєкти, профілактика професійних захворювань, програми підтримки молоді або пенсіонерів, заходи з інклюзії та розвитку корпоративної культури.

Отже, профспілкові соціальні проєкти стають інструментом, який дозволяє інтегрувати реальні потреби працівників у політику корпоративної соціальної відповідальності. Завдяки цим ініціативам КСВ набуває практичного змісту, спрямованого на підвищення добробуту персоналу, соціальну безпеку та сталий розвиток трудових колективів. Партнерство бізнесу і профспілок у сфері соціальних проєктів дозволяє компаніям не лише виконувати формальні зобов'язання, а формувати довгострокову стратегію відповідального ведення бізнесу, що підвищує довіру як з боку працівників, так і суспільства загалом.

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ ФІНАНСОВОЇ СТРАТЕГІЇ СТРАХОВОЇ КОМПАНІЇ

Фролов І.А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків

Формування ефективної фінансової стратегії страхової компанії є ключовим чинником її довгострокової стійкості, платоспроможності та конкурентоспроможності на динамічному фінансовому ринку. У сучасних умовах підвищеного рівня невизначеності, цифрової трансформації та зростання вимог до регуляторної відповідності фінансова стратегія повинна базуватися на комплексному теоретико-методичному підході, що поєднує принципи стратегічного фінансового менеджменту, управління ризиками та адаптивного прогнозування.

Основу теоретичних засад формування фінансової стратегії страховика складають концепції value-based management, risk-adjusted performance measurement та enterprise risk management, що акцентують увагу на створенні довгострокової вартості для стейкхолдерів із врахуванням фінансових ризиків і ринкових обмежень. З методичної точки зору, актуальним є використання Cash Flow at Risk (CFaR), Economic Capital Models, а також stress-testing frameworks для моделювання сценаріїв фінансової стійкості.

У практичному аспекті фінансова стратегія страхової компанії повинна ґрунтуватися на поєднанні стратегічного планування капіталу, управління інвестиційним портфелем з урахуванням нормативів Solvency II, диверсифікації джерел доходів та активному управлінні резервами. Особливе значення мають сучасні технології фінансового моделювання та аналізу великих даних (big data analytics), які дозволяють здійснювати більш точну сегментацію ризиків, прогнозування витрат на страхові виплати та оптимізацію структури активів і пасивів.

Таким чином, формування фінансової стратегії страхової компанії повинно базуватися на симбіозі класичних фінансових підходів і новітніх технологічних інструментів, з урахуванням регуляторного середовища, ринкових ризиків та потреб зацікавлених сторін. Актуальним напрямом подальших досліджень є інтеграція ESG-критеріїв у стратегічне фінансове управління страхових компаній.

ЕКОНОМІЧНА СУТНІСТЬ ПРОРИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Харченко С.А., Савченко О.І., Перерва П.Г.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У XXI столітті світова економіка стрімко трансформується під впливом новітніх технологій, які докорінно змінюють виробничі процеси, структуру зайнятості, моделі споживання та глобальну конкуренцію. У цьому контексті особливу увагу науковців, політиків та підприємців привертають так звані проривні технології (англ. disruptive technologies) – інновації, що здатні істотно трансформувати традиційні галузі економіки або створити нові ринки.

Проривні технології за своєю природою порушують сталі бізнес-моделі та економічні практики, спричиняючи глибокі зрушення в системах створення та розподілу вартості. Вони не лише забезпечують підприємствам конкурентні переваги, а й провокують нові виклики для регуляторної політики, трудового ринку та соціальної сфери. Серед найбільш впливових напрямів – штучний інтелект, блокчейн, квантові обчислення, Інтернет речей (IoT), біотехнології та технології відновлюваної енергетики. Проривні технології є одним із головних рушіїв сучасної економічної еволюції. Вони формують нову парадигму розвитку, засновану на інноваційності, гнучкості та цифровій трансформації. Їх економічна сутність полягає в здатності змінювати правила гри на ринку, створювати нові сегменти попиту та пропозиції, а також радикально підвищувати продуктивність праці й ефективність управління. Аналізуючи вплив проривних технологій, можна виокремити кілька ключових аспектів: трансформація ринкових структур: традиційні галузі змушені адаптуватися до нових умов або зникають, водночас створюються абсолютно нові сфери діяльності; підвищення інноваційної активності: компанії інвестують у НДДКР, впроваджують нові бізнес-моделі, що орієнтовані на клієнта і використання даних; соціальні наслідки: автоматизація процесів спричиняє зміну структури зайнятості, вимагає нових компетенцій, створює загрозу технологічного безробіття, але й відкриває можливості для нових форм зайнятості; необхідність реформування економічної політики: держава має створювати сприятливе середовище для інновацій, зокрема через податкові стимули, інфраструктурні проєкти, реформу освіти тощо.

Література:

1. Перерва, П.Г. Інноваційні технології реструктуризації промислового підприємства. Маркетинг інновацій і інновації у маркетингу: збірник тез доповідей VIII Міжнар. науково-практ. конф., 25-26 вересня 2014 р. Суми: ТОВ "ДД "Папірус", 2014. С. 119-121.

2. Лайко П.А. Удосконалення інноваційної діяльності в АПК – вимоги часу. Економіка АПК. 2007. №12. С.85-91.

3. Кулаєць М.М. Інноваційна діяльність в агропромисловому виробництві України // Економіка АПК. 2010. № 6. С. 113.

4. Кулаєць М.М., Куцеконь Л.О. Стратегія інноваційного розвитку сільськогосподарських підприємств // Економіка АПК. 2009. №7. С. 75– 80.

5. Витвицька О.Д. Роль комерціалізації інноваційної продукції у забезпеченні розвитку економіки. Агроінком. 2010. №10-12. С. 12-18.

ВИКОРИСТАННЯ ДОПОВНЕНОЇ ТА ВІРТУАЛЬНОЇ РЕАЛЬНОСТІ В МАРКЕТИНГУ

Цяпа Я. А., Літвиненко М.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасному маркетингу все більше використовуються інноваційні технології, зокрема доповнена (AR) та віртуальна реальність (VR). AR – це технологія, що накладає цифрові об'єкти на реальний світ через екран мобільного пристрою або спеціальні окуляри. VR, своєю чергою, створює повністю штучне середовище, в яке користувач може зануритися за допомогою VR-шоломів [1]. Актуальність використання цих технологій зумовлена зростаючою конкуренцією між брендами, потребою в інтерактивному досвіді для споживачів та розвитком цифрових платформ. Інтерактивні технології дозволяють брендам залучати клієнтів через інтерактивні елементи, забезпечуючи більш захоплюючий досвід користування продукцією. Так AR дозволяє «приміряти» одяг або протестувати косметику через мобільні додатки, а VR створює реалістичні симуляції використання товару. Взаємодія з продуктом у віртуальному просторі сприяє емоційному зв'язку між споживачем та брендом. Сьогодні вже маємо багато прикладів використання AR та VR у маркетингу: за допомогою VR у рекламі відтворюються віртуальні тури, гейміфікація маркетингових кампаній; у соціальних мережах для залучення молодої аудиторії використовуються AR-фільтри [2].

До переваг використання доповненої реальності у маркетингу можна віднести підвищення лояльності клієнтів через унікальний користувацький досвід та емоційний зв'язок з брендом завдяки зануренню у взаємодію. Але використання інтерактивних технологій має і ряд недоліків: високу вартість розробки контенту та програмного забезпечення; технічні обмеження та необхідність спеціального обладнання; потребу у високій продуктивності пристроїв для комфортного використання технологій.

Перспективність застосування інтерактивних технологій у маркетингу може бути забезпечена завдяки широкому використанню смартфонів, інтеграції з AI та Big Data для персоналізації маркетингових кампаній та потенційному впливу на розвиток digital-маркетингу. Застосування доповненої та віртуальної реальності в маркетингу відкриває нові можливості для взаємодії зі споживачами, покращує клієнтський досвід і сприяє підвищенню конкурентоспроможності брендів.

Література:

1. Що таке AR – та VR – проєкти? URL: https://brander.ua/blog/yak-vykorystovuvaty-virtualnu-ta-dopovnenu-realnist-dlya-marketynhu-internet-mahazynu .
2. Доповнена та віртуальна реальність: можливості й використання у ритейлі. URL: https://torgsoft.ua/articles/stati/dopovnena-ta-virtualna-realnist/.

ВНУТРІШНЯ МОБІЛЬНІСТЬ СТУДЕНТІВ

Череп А.В.[1], Кобєлєв В.М.[2]
[1]Запорізький національний університет, м. Запоріжжя
[2]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасних умовах глобалізації освіти, розвитку цифрових технологій та інтеграційних процесів у вищій школі все більшої актуальності набуває питання внутрішньої академічної мобільності студентів. Це явище розглядається як важливий інструмент формування гнучкої, адаптивної та конкурентоспроможної системи вищої освіти, що відповідає потребам ринку праці та особистим освітнім траєкторіям студентів. Під внутрішньою мобільністю студентів розуміють тимчасове навчання студента в іншому закладі вищої освіти або на іншій освітній програмі в межах однієї країни з можливістю заліку результатів навчання. Такий досвід дозволяє студентам розширити академічний горизонт, опанувати нові знання й навички, долучитися до інноваційного освітнього середовища, а також зміцнити професійні зв'язки. Внутрішня мобільність є також індикатором академічної свободи, сприяє академічній інтеграції університетів, обміну найкращими практиками та підвищенню якості освіти. У цьому контексті дослідження механізмів, переваг та викликів внутрішньої мобільності студентів набуває теоретичного й практичного значення. Внутрішня мобільність студентів є важливим фактором трансформації вищої освіти в Україні та інших країнах світу. Вона не тільки сприяє особистісному й професійному розвитку студентів, а й стимулює інституційну відкритість, академічну взаємодію між ЗВО та інтеграцію освітнього простору. Серед основних позитивних наслідків внутрішньої мобільності можна виокремити: підвищення якості освіти завдяки конкуренції між ЗВО, обміну програмами та впровадженню кращих практик; розвиток індивідуальної освітньої траєкторії – студент отримує змогу обирати курси та викладачів, що найкраще відповідають його інтересам і цілям; покращення соціальної адаптації та мобільності – студенти набувають досвіду спілкування в новому середовищі, що сприяє розвитку soft skills; підтримка регіональної рівності в освіті – мобільність дозволяє вирівнювати доступ до якісного навчання незалежно від географічного положення.

Література:

1. Перерва, П.Г. Інноваційні технології реструктуризації промислового підприємства. Маркетинг інновацій і інновації у маркетингу: збірник тез доповідей VIII Міжнар. науково-практ. конф., 25-26 вересня 2014 р. Суми: ТОВ "ДД "Папірус", 2014. С. 119-121.
2. Витвицька О.Д. Роль комерціалізації інноваційної продукції у забезпеченні розвитку економіки. Агроінком. 2010. №10-12. С. 12-18.
3. Лайко П.А. Удосконалення інноваційної діяльності в АПК – вимоги часу. Економіка АПК. 2007. №12. С.85-91.
4. Кулаєць М.М. Інноваційна діяльність в агропромисловому виробництві України // Економіка АПК. 2010. № 6. С. 113.
5. Кулаєць М.М., Куцеконь Л.О. Стратегія інноваційного розвитку сільськогосподарських підприємств // Економіка АПК. 2009. №7. С. 75– 80.

ГОАЛ-КОСТИНГ СОБІВАРТОСТІ ПРОДУКЦІЇ

Чернишенко О.І.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасних умовах підвищеної конкуренції, глобалізації економіки та необхідності оптимізації ресурсів усе більшої актуальності набувають інноваційні підходи до управління витратами на виробництво продукції. Одним із таких методів є гоал-костинг (від англ. *goal costing*) – концепція, яка інтегрує стратегічне планування, цільове управління та економічний контроль на етапі формування собівартості продукції. Гоал-костинг – це метод управління витратами, що передбачає встановлення цільової собівартості на основі ринкової ціни та очікуваного прибутку. Інакше кажучи, компанія відштовхується не від фактичних витрат, а від прийнятної для ринку ціни, «віднімає» бажаний прибуток і таким чином визначає допустимий рівень витрат. Цей метод є аналітичним інструментом стратегічного управління та дозволяє ефективно синхронізувати технічний розвиток, маркетинг і фінансове планування. Гоал-костинг передбачає раннє залучення усіх функціональних підрозділів до процесу проєктування продукції, що дозволяє враховувати витрати ще на етапі концептуальної розробки. Етапи впровадження гоал-костингу: аналіз ринку: визначення конкурентної ціни та запитів споживача; встановлення цільового прибутку: на основі стратегічних фінансових цілей; розрахунок цільової собівартості: різниця між ринковою ціною та очікуваним прибутком; розробка продукту з урахуванням цільових витрат; контроль та моніторинг на всіх етапах життєвого циклу продукту; практичне застосування.

Гоал-костинг широко використовується у високотехнологічних галузях, таких як автомобілебудування, електроніка, авіація. Наприклад, компанія Toyota активно застосовує цільове управління витратами при створенні нових моделей, що дозволяє їй зберігати високу рентабельність навіть у періоди економічної нестабільності. Гоал-костинг як інструмент стратегічного управління собівартістю продукції забезпечує підприємствам нові можливості для досягнення балансу між якістю, ціною та прибутковістю. Його впровадження потребує системного підходу, глибокого аналізу ринку і високого рівня координації в організації.

Література:

1. Витвицька О.Д. Особливості формування механізму регулювання інвестування інновацій в сучасних умовах // Науковий вісник НУБіПУ. Сер.: Економіка, аграрний менеджмент, бізнес. 2013. Вип. 181(4). С. 85-90.

2. Shpak N., Vytvytska O., Martynyuk O., Kylaec M., Sroka W., (2022). Formation of management and technological maturity levels of enterprises for their dynamic development. Engineering Management in Production and Services, 14(3), 1-12.

3. Бажал Ю.М. Інноваційне підприємництво: креативність, комерціалізація, екосистема : навч. посібник. Київ: Пульсари, 2015. 278 с.

4. Бузовський Є.А., Витвицька О.Д., Скрипниченко В.А. Нетрадиційні джерела енергії - вимоги часу. Науковий вісник НУБіПУ, 2008. Вип. 119. С. 289-294.

ПЕРЕШКОДИ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ УКРАЇНСЬКИХ БРЕНДІВ ТА ШЛЯХИ ЇХ ПОДОЛАННЯ

Чернобровкіна С.В., Чернобровкін А.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Цифрова трансформація в Україні стикається з численними викликами, включаючи обмежений доступ до фінансування, недостатню інфраструктуру, дефіцит кваліфікованих кадрів та недоліки в регулюванні. Їх аналіз наведено у табл. 1.

Таблиця 1 – Перешкоди цифрової трансформації українських брендів та можливі шляхи їх подолання

Перешкоди	Шляхи подолання
Нестача фінансів	Державні та міжнародні грантові програми (EU4Digital, USAID, Horizon Europe) для підтримки цифрових ініціатив.
	Інвестиції у стартапи та венчурні фонди для стимулювання інновацій у бізнесі.
	Використання пільгових кредитних програм для малого та середнього бізнесу (Програма 5-7-9%).
	Партнерство з технологічними компаніями (Microsoft, Google, українські IT-компанії) для отримання доступу до сучасних рішень на вигідних умовах.
Брак кваліфікованих спеціалістів	Розширення співпраці з вищими навчальними закладами для створення навчальних програм у сфері цифрового маркетингу та технологій.
	Запровадження корпоративного навчання та підвищення кваліфікації через онлайн-платформи (Prometheus, Coursera, ITVDN, Skillshare).
	Залучення спеціалістів з-за кордону шляхом міжнародної співпраці та аутсорсингу IT-послуг.
	Використання автоматизованих рішень та AI, що зменшує потребу у великій кількості фахівців.
Недостатній досвід цифрової трансформації	Впровадження практики малих пілотних проєктів (MVP – Minimum Viable Product), що дозволяє поступово тестувати цифрові технології без значних ризиків.
	Використання консалтингових послуг з цифрової трансформації від міжнародних та українських компаній (Ernst & Young, Deloitte, SoftServe).
	Обмін досвідом через участь у галузевих конференціях, форумах та акселераційних програмах (IT Arena, Digital Transformation Summit Ukraine).
	Використання готових SaaS-рішень (CRM-системи, маркетингові платформи, аналітичні сервіси) для швидкої інтеграції технологій у бізнес-процеси.

Література:

1. Chernobrovkina S. V., Chernobrovkin A. V. Digital marketing transformation in the era of digitization: from traditional methods to innovative practices. *Міжнародний науковий журнал «Інтернаука». Сер.: Економічні науки* : зб. наук. пр. Київ: Видавничий дім «Інтернаука», 2024. № 2.

ДЕЯКІ ПІДХОДИ ДО ВИБОРУ СХЕМИ КОЛАБОРАЦІЇ ПІДПРИЄМСТВ

Чернов О.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Колаборація - це тимчасове або постійне взаємовигідне співробітництво між двома чи більше підприємствами, яке передбачає використання внутрішніх і зовнішніх зв'язків для спільного об'єднання ресурсів, створення вартості, вирішення проблем і досягнення спільних цілей. Ця співпраця може бути реалізована за різними сценаріями, залежно від цілей партнерів. Наприклад, форми співпраці включають стратегічне партнерство, спільну розробку продукту, ліцензування бренду, дистрибуцію та постачання, маркетингове партнерство, франчайзинг, фінансове та інвестиційне партнерство, а також дослідження та розробки.

Процес прийняття рішення щодо конкретного сценарію співпраці можна формалізувати за допомогою методів експертної оцінки, які є одним з інструментів кількісної оцінки якості альтернатив у неформалізованих проблемних ситуаціях. Ці методи можна підсумувати як збір, обробку та аналіз думок і оцінок кількох експертів. Якість рішень залежить від обраних методів збору та обробки експертних оцінок.

Коли ОПР не мають єдиної щодо оцінюваної ситуації думки з множиною варіантів можна використовувати метод парного порівняння.

Якщо k варіантів порівнюються, формується квадратна матриця попарного порівняння розмірності k. Елементи b_{ij} цієї матриці є показниками переваги *j*-го об'єкта з *i*-м об'єктом. Таким чином, *i*-й рядок матриці показує, наскільки *i*-й об'єкт є кращим щодо інших (*k-1*) об'єктів і самого себе. Міра переваги оцінюється експертами на основі шкали Сааті в діапазоні від *1* до *9*. У випадку, коли $i = j$, міра переваги дорівнює *1*. Щоб отримати ранжування альтернатив, необхідно обчислити головний власний вектор і вектор пріоритетів.

Точний метод обчислення головних власних векторів матриці попарного порівняння полягає в тому, щоб звести матрицю до достатньо великого ступеня, а потім розділити суму кожного рядка на суму елементів матриці. Але якщо не передбачені інші додаткові умови, можна використати простіший метод, який дає достатнє наближення:

$$V_i = \sqrt[k]{\prod_{j=1}^{k} b_{ij}},\ P_i = \frac{V_i}{\sum_{i=1}^{k} V_i}.$$

Досить часто думки експертів, які беруть участь у дослідженні, можуть суттєво відрізнятися, тому виникає необхідність кількісно оцінити ступінь узгодженості та виявити причини розбіжностей у судженнях. Для цього використовуються показники дисперсійного та ентропійного коефіцієнтів конкордації. Ці коефіцієнти варіюються від 0 (немає узгодженості) до 1 (повна згода). Якщо думки експертів незначно розходяться, то коефіцієнти приблизно збігаються за мірою узгодженості.

СКЛАДОВІ ІННОВАЦІЙНОГО ПОТЕНЦІАЛУ

Черноусов О.І., Долина І.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасній економіці, що дедалі більше ґрунтується на знаннях та інноваціях, ключовим фактором сталого розвитку виступає інноваційний потенціал. Саме він визначає здатність країни, регіону або підприємства генерувати, впроваджувати та комерціалізувати нововведення, підвищуючи конкурентоспроможність і забезпечуючи економічне зростання. Інноваційний потенціал – це багатовимірне поняття, що охоплює сукупність ресурсів, можливостей, умов і механізмів, необхідних для створення та ефективного використання інновацій. Його структура є складною й динамічною, оскільки вона включає як матеріальні, так і нематеріальні компоненти, що взаємодіють у межах національної інноваційної системи. Дослідження складових інноваційного потенціалу дозволяє краще зрозуміти, які чинники впливають на здатність суб'єкта до інноваційної діяльності. На основі аналізу можна виокремити такі ключові складові інноваційного потенціалу: кадровий потенціал – рівень кваліфікації, креативності, наукової та дослідницької активності персоналу, здатного генерувати та реалізовувати інновації; науково-технічна база – наявність дослідницьких інститутів, лабораторій, технопарків і центрів трансферу технологій; фінансові ресурси – доступ до інвестицій, венчурного капіталу, державного фінансування та програм підтримки інноваційної діяльності; інституційна підтримка – законодавча база, політика держави щодо інновацій, наявність стимулів для наукової та підприємницької активності; інфраструктура – технічне забезпечення, комунікаційні платформи, логістика, інформаційні мережі; культура інновацій – ставлення до змін, толерантність до ризику, готовність до експериментів у суспільстві та в бізнес-середовищі. Розвиток інноваційного потенціалу вимагає скоординованих зусиль держави, бізнесу, науково-освітніх установ і громадянського суспільства. Важливо створювати умови для ефективної взаємодії всіх учасників інноваційної екосистеми, підтримувати освіту та науку, розвивати інфраструктуру, а також стимулювати інвестиції в новітні технології.

Література:

1. Перерва, П.Г. Інноваційні технології реструктуризації промислового підприємства. Маркетинг інновацій і інновації у маркетингу: збірник тез доповідей VIII Міжнар. науково-практ. конф., 25-26 вересня 2014 р. Суми: ТОВ "ДД "Папірус", 2014. С. 119-121.

2. Кулаєць М.М. Інноваційна діяльність в агропромисловому виробництві України // Економіка АПК. 2010. № 6. С. 113.

3. Витвицька О.Д. Роль комерціалізації інноваційної продукції у забезпеченні розвитку економіки. Агроінком. 2010. №10-12. С. 12-18.

4. Кулаєць М.М., Куцеконь Л.О. Стратегія інноваційного розвитку сільськогосподарських підприємств // Економіка АПК. 2009. №7. С. 75– 80.

5. Лайко П.А. Удосконалення інноваційної діяльності в АПК – вимоги часу. Економіка АПК. 2007. №12. С.85-91.

АНТИКРИЗОВЕ УПРАВЛІННЯ ІНВЕСТИЦІЙНОЮ ДІЯЛЬНІСТЮ В УМОВАХ НЕСТАБІЛЬНОГО РИНКУ НЕРУХОМОСТІ

Шапран Є.М., Мащенко Р.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сучасний ринок нерухомості в Україні характеризується високим рівнем невизначеності та коливань, зумовлених військовими діями, макроекономічною нестабільністю, зміною купівельної спроможності населення, коливанням вартості будівельних матеріалів, а також нестабільністю попиту на житлову та комерційну нерухомість. У таких умовах інвестиційна діяльність у сфері нерухомості супроводжується зростанням ризиків втрати капіталу, заморожування проєктів або їх нерентабельності. Це вимагає від учасників інвестиційного процесу оперативного прийняття рішень, гнучкості стратегій та здатності до антикризового управління, яке полягає у виявленні ризиків, розробленні сценаріїв реагування, диверсифікації джерел фінансування та формуванні резервів.

Актуальність теми також зумовлена потребою у формуванні сучасної моделі управління інвестиційними проєктами, яка забезпечить адаптацію до зовнішніх викликів та збереження інвестиційної привабливості об'єктів нерухомості в довгостроковій перспективі. Вивчення інструментів антикризового управління є важливим для розробки практичних рішень щодо підвищення стійкості інвестпроєктів в будівельному та девелоперському секторах [1].

Антикризове управління передбачає системний аналіз ризиків, використання адаптивних управлінських стратегій, гнучке планування та своєчасне коригування інвестиційних рішень відповідно до змін ринкової кон'юнктури. Основними інструментами антикризового управління інвестиціями є: диверсифікація портфеля, страхування ризиків, формування резервних фондів, моделювання сценаріїв розвитку подій, залучення стратегічних партнерів, а також застосування цифрових платформ для прогнозування та моніторингу стану інвестиційних проєктів.

Успішне антикризове управління інвестиційною діяльністю сприяє підвищенню стійкості підприємства, мінімізації можливих збитків, збереженню конкурентних переваг та забезпеченню умов для подальшого відновлення або зростання в післякризовий період. У сучасних умовах особливо важливо орієнтуватися не лише на економічні показники, а й враховувати соціальні та екологічні аспекти, що підвищує довіру інвесторів та репутацію девелоперських компаній.

Література:

1. Мащенко Р.В. Вплив глобалізаційних процесів на ринок нерухомості // *Глобалізація та розвиток інноваційних систем: тенденції, виклики, перспективи* [Електронне видання]: матеріали II Міжнар. наук.-практ. конф., 14-15 березня 2024 р. / Держ. біотехнологічний ун-т. – Харків, 2024. – С. 42

ВПРОВАДЖЕННЯ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СИСТЕМУ УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМНИЦЬКИМИ СТРУКТУРАМИ ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

Шапран Є.М., Петрухнов О.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасних умовах глобального енергетичного переходу та цифрової трансформації економіки підприємницькі структури, що працюють у сфері відновлювальної енергетики, стикаються з необхідністю оперативного прийняття управлінських рішень, оптимізації виробничих процесів і підвищення ефективності використання ресурсів. Саме впровадження цифрових технологій - таких як big data, штучний інтелект, автоматизація, інтернет речей, блокчейн та хмарні сервіси - відкриває нові можливості для розвитку галузі. Цифровізація дозволяє підприємствам зеленої енергетики: забезпечити прозорість та контроль виробничих процесів; ефективно управляти енергетичними потоками; проводити прогнозування споживання та виробництва; зменшувати витрати за рахунок автоматизації; підвищити рівень інтеграції в енергетичні ринки.

Особливої актуальності ця тема набуває в умовах відновлення та децентралізації енергосистеми України. Використання цифрових рішень у відновлювальній енергетиці є не лише інструментом підвищення ефективності, але й важливою умовою досягнення цілей сталого розвитку, адаптації до змін клімату та підвищення енергетичної безпеки країни.

Таким чином, дослідження напрямів цифрової трансформації управління підприємствами відновлювальної енергетики є надзвичайно важливим для формування нової економічної моделі, орієнтованої на інновації, енергоефективність та екологічну відповідальність.

Впровадження цифрових технологій у систему управління підприємницькими структурами у сфері відновлювальної енергетики є ключовим чинником підвищення ефективності, прозорості та інноваційності галузі. Цифровізація дозволяє підприємствам більш точно прогнозувати виробництво енергії, зменшувати витрати, забезпечувати гнучке управління і оперативно реагувати на зміни зовнішнього середовища.

Застосування технологій big data, хмарних сервісів сприяє створенню «розумних» енергетичних систем, інтегрованих у локальні та глобальні енергомережі. Цифрові рішення в управлінні допомагають подолати бар'єри, пов'язані з ризиками, нерівномірністю генерації енергії та обмеженим людським ресурсом. Подальше удосконалення цифрових механізмів управління потребує державної підтримки, професійної підготовки кадрів, розвитку інфраструктури даних і формування культури інновацій у сфері ВДЕ.

Отже, цифрова трансформація управління в секторі відновлювальної енергетики - це не лише сучасна потреба, а стратегічна умова сталого енергетичного майбутнього України.

СТАРТАП-СТУДІЇ: ПРИНЦИПИ ФОРМУВАННЯ

Шеін Є.С., Савченко О.І.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Стартап-студія (startup studio), також відома як venture builder або company builder, – це організація, яка створює стартапи «всередині себе» за допомогою власних ресурсів, експертизи та інфраструктури. Основна відмінність від традиційного венчурного фонду полягає в тому, що студія не лише інвестує у стартапи, а й бере активну участь у їхньому створенні – від ідеї до MVP і масштабування. Принципи формування стартап-студії, на наш погляд, можуть бути такими. 1. Концентрація на ідеї. Студія ініціює розробку стартапів зсередини, базуючись на вивченні ринку, технологічних трендів і проблем клієнтів. 2. Інтегрована команда. В студії працюють фахівці з маркетингу, розробки, дизайну, правового супроводу, які переносяться від проекту до проекту. 3. Повторне використання інфраструктури. Всі стартапи користуються спільними ресурсами: хостингом, інструментами аналітики, бухгалтерською підтримкою тощо. 4. Роль кофаундерів. Стартап-студія виступає як один із співзасновників стартапу, надаючи не тільки інвестиції, але й експертизу. 5. Серійність. Процеси стандартизовані, що дозволяє запускати кілька стартапів на рік, зменшуючи вартість кожного наступного запуску.

Переваги моделі стартап-студії: швидкість запуску: завдяки готовим процесам і команді; зниження ризиків: структуровані підходи до перевірки гіпотез; доступ до експертизи: студії мають фахівців у всіх ключових напрямах; фінансова сталість: можливість внутрішнього інвестування.

Виклики: високі початкові витрати на запуск студії; складність утримання стабільної команди; потреба в глибокому розумінні багатьох ринків одночасно; проблема "залежності" стартапів від студії.

Стартап-студії – це інноваційний підхід до підприємництва, який поєднує гнучкість стартапу з дисципліною організації. Вони створюють передумови для серійного виробництва успішних бізнесів, особливо у технологічній сфері. Їхній потенціал ще не повністю реалізований, зокрема в Україні, і може стати основою нової хвилі економічного зростання.

Література:

1. Витвицька О.Д. Особливості формування механізму регулювання інвестування інновацій в сучасних умовах // Науковий вісник НУБіПУ. Сер.: Економіка, аграрний менеджмент, бізнес. 2013. Вип. 181(4). С. 85-90.

2. Shpak N., Vytvytska O., Martynyuk O., Kylaec M., Sroka W., (2022). Formation of management and technological maturity levels of enterprises for their dynamic development. Engineering Management in Production and Services, 14(3), 1-12.

3. Бажал Ю.М. Інноваційне підприємництво: креативність, комерціалізація, екосистема : навч. посібник. Київ: Пульсари, 2015. 278 с.

4. Бузовський Є.А., Витвицька О.Д., Скрипниченко В.А. Нетрадиційні джерела енергії - вимоги часу. Науковий вісник НУБіПУ, 2008. Вип. 119. С. 289-294.

СОЦІАЛЬНІ МЕРЕЖІ ЯК ІНСТРУМЕНТ МАРКЕТИНГУ

Шеін О.С., Косенко О.П.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Із розвитком цифрових технологій та глобалізацією інтернет-простору соціальні мережі перетворилися з платформ для особистого спілкування на потужний інструмент маркетингової взаємодії зі споживачем. У сучасному бізнес-середовищі соціальні медіа стали невід'ємною складовою стратегії просування брендів, товарів і послуг. У цій доповіді проаналізуємо основні підходи до використання соціальних мереж у маркетингу, переваги, ризики та тренди. Соціальний медіа-маркетинг (SMM) – це форма інтернет-маркетингу, яка використовує платформи соціальних мереж для досягнення комунікаційних, репутаційних та комерційних цілей компанії. Відомі платформи: Facebook, Instagram, TikTok, X (ex-Twitter), YouTube, LinkedIn. Цілі маркетингу в соціальних мережах: підвищення впізнаваності бренду; формування лояльності та довіри; прямі продажі через соцмережі; комунікація зі споживачами; моніторинг репутації; тестування продуктів та ідей. Основні інструменти SMM: контент-маркетинг: візуальний та текстовий контент, відео, інфографіка; таргетована реклама: можливість точного націлення за демографією, інтересами, поведінкою; інфлюенсер-маркетинг: співпраця з лідерами думок; аналітика: метрики охоплення, залучення, конверсії; ком'юніті-менеджмент: взаємодія з підписниками, відповіді на запитання, модерація. Переваги використання соцмереж: висока швидкість поширення інформації; доступ до широкої та цільової аудиторії; можливість вірусного маркетингу; відносно низька вартість охоплення у порівнянні з традиційними ЗМІ; відкритість до зворотного зв'язку Ризики та виклики: негативні відгуки та репутаційні ризики; алгоритмічні зміни в платформах; надмірна комерціалізація контенту; потреба в постійній присутності й активності. Соціальні мережі стали не просто каналом просування, а повноцінним середовищем для формування відносин із клієнтами. Ефективний SMM вимагає стратегії, креативу, аналітики та постійної адаптації до змін цифрового ландшафту. Підприємства, які грамотно використовують цей інструмент, отримують конкурентні переваги у формуванні бренду, підвищенні продажів та зміцненні клієнтської лояльності.

Література:

1. Витвицька О.Д. Особливості формування механізму регулювання інвестування інновацій в сучасних умовах // Науковий вісник НУБіПУ. Сер.: Економіка, аграрний менеджмент, бізнес. 2013. Вип. 181(4). С. 85-90.

2. Shpak N., Vytvytska O., Martynyuk O., Kylaec M., Sroka W., (2022). Formation of management and technological maturity levels of enterprises for their dynamic development. Engineering Management in Production and Services, 14(3), 1-12.

3. Бажал Ю.М. Інноваційне підприємництво: креативність, комерціалізація, екосистема : навч. посібник. Київ: Пульсари, 2015. 278 с.

4. Бузовський Є.А., Витвицька О.Д., Скрипниченко В.А. Нетрадиційні джерела енергії - вимоги часу. Науковий вісник НУБіПУ, 2008. Вип. 119. С. 289-294.

РОЗВИТОК ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО ПОТЕНЦІАЛУ СУСПІЛЬСТВА В КОНТЕКСТІ СУЧАСНИХ ГЛОБАЛІЗАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ

Шелест О. Л.

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, м. Харків

Зростання частки працівників, зайнятих інтелектуальною діяльністю, є визначальною тенденцією еволюції сучасного суспільства у XXI столітті. Інтелектуальний потенціал не лише виступає ключовим чинником соціально-економічного поступу та розвитку інтелектуальної культури суспільства, а й визначає рівень національного добробуту, економічної незалежності та конкурентоспроможності держави.

Аналіз наукових досліджень останнього десятиліття свідчить, що найбільш динамічно зростаючими є ті сегменти економіки, які базуються на високотехнологічних та наукоємних галузях. Саме ці сфери відіграють провідну роль у розвинених країнах, формуючи значну частку валового національного продукту та забезпечуючи його сталий приріст. У сучасних умовах питома вага знань у структурі вартості створюваної продукції перевищує 50%, що підтверджує зростаючу роль інтелектуальних ресурсів у глобальній економіці [1].

У контексті динамічного розвитку інформаційних технологій спостерігається зосередження інтелектуального капіталу в економічно розвинених країнах, які формують глобальні тенденції у сфері культури, науки та соціально-гуманітарного розвитку. Держави з менш розвиненою інноваційною базою переважно залишаються в ролі споживачів інтелектуального продукту, виконуючи функцію постачальників сировини та окремих промислових товарів для світового ринку.

Сучасний етап трансформації суспільства супроводжується зростанням вимог до стратегічного вибору напрямів розвитку. Формування нової соціотехнічної та соціокультурної моделі економіки вимагає раціонального управління інтелектуальними ресурсами, які стають ключовим фактором конкурентоспроможності та економічного процвітання держави.

Таким чином, у контексті сучасних глобальних перетворень, зумовлених стрімким прогресом у сфері науки, технологій та комунікацій, значущість збереження й ефективного використання інтелектуальних ресурсів набуває все більшої ваги. В умовах посилення ролі знань та інновацій інтелектуальний потенціал суспільства стає визначальним фактором його конкурентоспроможності та стійкого розвитку.

Література:

1. Князь С., Віденєєв О. Управління потенціалом інтелектуальної власності підприємства із урахуванням пріоритетів сталого розвитку. *Journal of Innovations and Sustainability*. 2023. 7(2), 12. DOI: ht tps://doi.org/ 10.51599/is.2023.07.02.12.

ОСНОВНІ ФОРМИ ВИХОДУ ПІДПРИЄМСТВА НА ЗОВНІШНІ РИНКИ

Шипош М.О., Клепікова С.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

З розвитком глобальної економічної інтеграції та відкриттям торгових кордонів, зокрема для України, перед вітчизняними підприємствами відкривається все більше можливостей для масштабування своєї діяльності. Щоб залишатися конкурентоспроможними та стабільно зростати, бізнесу необхідно постійно шукати нові напрями розвитку, зокрема – виходити на міжнародні ринки. Такий крок не лише допомагає зменшити ризики завдяки диверсифікації, але й відкриває доступ до іноземних інвестицій та сприяє підвищенню якості продукції.

Організації виходять на міжнародні ринки з кількох причин: обмеженість внутрішнього ринку; зростання податків; подолання тарифних та нетарифних бар'єрів; підвищення престижу підприємства на національному ринку. Залежно від своїх ресурсів і стратегічних цілей підприємства можуть обирати різні шляхи інтернаціоналізації, серед яких - прямий і непрямий експорт, створення спільних підприємств, ліцензування, франчайзинг, а також пряме інвестування. Ці форми відрізняються між собою рівнем контролю над діяльністю за кордоном, витратами ресурсів та швидкістю виходу на цільовий ринок. Найбільш простим та найменш ресурсовитратним є експорт, натомість спільне підприємство забезпечує швидший вихід на зовнішні ринки, а пряме інвестування - повний контроль над виробничою та збутовою діяльністю [1].

Вибір оптимальної стратегії виходу на міжнародні ринки значною мірою залежить від здатності керівництва компанії об'єктивно оцінити рівень необхідного контролю, доступні ресурси, умови зовнішнього середовища, специфіку обраного ринку та те, наскільки обрана стратегія відповідає місії та цілям підприємства. Отже, в сучасних умовах зростаючої конкуренції на світовому ринку вихід підприємств на міжнародну арену стає не просто перспективним напрямом розвитку, а необхідністю для забезпечення їх довгострокової стабільності та конкурентоспроможності. Інтернаціоналізація дозволяє бізнесу не лише розширити межі своєї діяльності, але й підвищити гнучкість у реагуванні на зміни зовнішнього середовища. Правильно обрана стратегія виходу на зовнішні ринки сприяє ефективному використанню ресурсів, зниженню ризиків через диверсифікацію ринків збуту та доступу до нових можливостей для інноваційного розвитку. При цьому надзвичайно важливо враховувати специфіку цільових ринків, рівень конкуренції, культурні особливості та економічні умови.

Література:

1. Хринюк, О., & Ганіч, С. (2022). ТОРГОВЕЛЬНА ПОЛІТИКА ПІДПРИЄМСТВ: СТРАТЕГІЇ ВИХОДУ НА ЗОВНІШНІЙ РИНОК. Економіка та суспільство, (40).

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ІНСТРУМЕНТІВ ЦИФРОВОГО МАРКЕТИНГУ ДЛЯ МАГАЗИНУ ДИТЯЧИХ ІГРАШОК

Шипуліна Ю.С., Коломієць А.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Постійний розвиток цифрового простору відкриває все більше джерел для реклами сучасному бізнесу: Google, Facebook, Instagram, YouTube, LinkedIn, тощо [1]. Проблематика вибору інструментів пов'язана з особливостями їх застосування та ефективністю. Досліджено ефективність використання: Facebook Ads (Facebook), Facebook Ads (Instagram), TikTok Ads, Google Ads для магазину дитячих іграшок.

Ціна ліда з Google Ads є однією з найвищих – 423,15 грн. Це пояснюється використанням пошукових рекламних кампаній, які вирізняються підвищеною ціною за показ реклами та кліки. Тому що оголошення транслюється для користувачів які додають у Google відповідні запити. Цей фактор пояснює кращу ціну замовлення – 500,04 грн.

Рекламна кампанія у Facebook залучила найдешевші ліди, по 75,24 грн. За рахунок низької ціни показу реклами – 50.76 грн за 1000 показів. Додатковим фактором є менша конкуренція на рекламному аукціоні, тому користувачі активніше взаємодіяли з рекламою. Однак купівельна спроможність аудиторії Фейсбук значно нижча. Більшість людей закінчували комунікацію, коли дізнавалися ціну продукції. Тому вартість замовлення склала – 1156,32 грн.

Показ реклами в Instagram приніс найкращий результат серед соціальних мереж: ціна ліда – 172,08 грн, а вартість замовлення – 576,36 грн. Це пояснюється 2 факторами: користувачі при прийнятті рішення про покупку більше звертають увагу на зовнішній вигляд продукту та якість, більша аудиторія з високою купівельною спроможністю.

У рекламних кампаній в TikTok Ads ціна ліда склала 541.11 грн, а продажі відсутні. Водночас вартість трафіку була дешевшою на 35%, аніж в Instagram. Вірогідно це пов'язано з особливостями поведінки користувачів. Більшість звикла користуватися платформою для швидкої розваги, і не готові витрачати час на рішення про виважені дорогі замовлення.

На основі результатів рекламних кампаній визначено Google Ads та Facebook Ads (Instagram) як найефективніші інструменти для розвитку даного бізнесу. Подальші дослідження мають бути направлені на аналіз особливостей застосування інших рекламних інструментів.

Література:

1. Найкращі майданчики для реклами в інтернеті. *Elitweb*. URL: https://elit-web.ua/ua/blog/luchshie-ploschadki-dlja-reklamy-v-internete (дата звернення: 17.04.2024)

ІНФЛЮЕНС-МАРКЕТИНГ У СФЕРІ ОНЛАЙН-ОСВІТИ

Шипуліна Ю.С., Семенютін А.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У процесі цифрової трансформації освіти зростає потреба в ефективному просуванні онлайн-програм і дистанційних курсів. В умовах конкуренції освітні організації змінюють комунікаційні стратегії, зокрема завдяки залученню інфлюенсерів – осіб із високим рівнем автентичності та довіри. Їхній особистий бренд впливає на очікування, переваги й рішення користувачів, сприяючи зміцненню освітніх брендів. Роль лідерів думок у маркетингових комунікаціях полягає в заміні традиційної реклами персоналізованим підходом. Аналіз їхнього впливу допомагає краще розуміти поведінку споживачів знань і створювати ефективні стратегії популяризації онлайн-освіти. Зміни торкаються не лише технологій, а й принципів взаємодії [1]. Цифрові канали комунікації забезпечують не лише охоплення, а й персоналізовану взаємодію, критично важливу для формування довіри до бренду.

Інфлюенсери, зокрема у сфері освіти, сприймаються як ближчі до користувача, ніж офіційні джерела. Їхній досвід створює емоційний зв'язок із продуктом і впливає на освітні уподобання, особливо молоді. У ситуації інформаційного перевантаження споживач орієнтується на їхню експертність як когнітивну опору. Ключовими механізмами інфлюенсерного впливу є ефект соціального доказу (наприклад, кількість підписників або реакцій) і персоналізовані рекомендації, що посилюють довіру до продукту. Такі повідомлення інтегруються в життєві історії, що створює когнітивну близькість і підвищує ефективність освітніх кампаній.

Максимальний ефект забезпечується у форматі глибокої колаборації – створення спільних курсів, відео, вебінарів тощо. Це сприяє автентичності контенту та залученості аудиторії. Мікроінфлюенсери, попри меншу аудиторію, мають вищу ефективність через глибший контакт і довіру.

Отже, інфлюенсери стали важливими медіаторами в освітньому маркетингу, поєднуючи експертизу платформи з емоційною силою впливу. Стратегічні партнерства з ними дозволяють створити цілісну систему комунікації, підвищити лояльність і сформувати стійкий попит на освітні послуги.

Література:

1. Бондаренко Т.В., Стеценко В.П., Стеценко Н.М., Ткачук Г.В. Цифрова присутність закладів вищої освіти у соціальних мережах facebook та instagram. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 2021, Том 84, №4. С. 271-284.

АУТСОРСИНГ МЕНЕДЖЕРСЬКИХ ПОСЛУГ

Щебетова А.О., Перерва П.Г.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасних умовах глобалізації, цифрової трансформації та посилення конкурентного тиску підприємства змушені постійно шукати шляхи оптимізації внутрішніх процесів, зменшення витрат і підвищення гнучкості управління. Одним із найефективніших інструментів досягнення цих цілей є аутсорсинг – передача окремих функцій або процесів зовнішнім виконавцям, які спеціалізуються на відповідних видах діяльності. Особливої актуальності набуває аутсорсинг менеджерських послуг, тобто делегування управлінських функцій професійним стороннім структурам або фахівцям. Це може включати функції стратегічного планування, HR-менеджменту, фінансового контролю, маркетингових досліджень, управління проєктами, антикризового управління тощо. Подібна практика дозволяє підприємствам зосередитися на ключових компетенціях, залучати найкращих фахівців без створення додаткових штатних одиниць, адаптуватися до динамічних змін ринку та мінімізувати управлінські ризики. Водночас аутсорсинг управлінських функцій вимагає чіткого контрактного регулювання, довіри між сторонами та високого рівня професіоналізму. Аутсорсинг менеджерських послуг поступово перетворюється з тактичного рішення на стратегічний інструмент сучасного управління. Він дозволяє підприємствам підвищувати гнучкість, знижувати витрати. Основні переваги аутсорсингу менеджерських послуг включають: оптимізацію витрат – зменшення витрат на утримання управлінського персоналу та супутньої інфраструктури; підвищення якості управління – доступ до висококваліфікованих фахівців та сучасних управлінських практик; гнучкість і масштабованість – можливість адаптувати управлінські функції відповідно до змін внутрішнього й зовнішнього середовища; концентрація на основному бізнесі – вивільнення ресурсів для розвитку ключових напрямів діяльності; зниження управлінських ризиків – делегування відповідальності за окремі функції професіоналам. Отже, аутсорсинг менеджерських послуг – це не лише засіб оптимізації ресурсів, а й потужний інструмент стратегічного управління, що дозволяє організаціям бути більш динамічними, інноваційними та стійкими.

Література:

1. Кулаєць М.М. Інноваційна діяльність в агропромисловому виробництві України // Економіка АПК. 2010. № 6. С. 113.

2. Перерва, П.Г. Інноваційні технології реструктуризації промислового підприємства. Маркетинг інновацій і інновації у маркетингу: збірник тез доповідей VIII Міжнар. науково-практ. конф., 25-26 вересня 2014 р. Суми: ТОВ "ДД "Папірус", 2014. С. 119-121.

3. Лайко П.А. Удосконалення інноваційної діяльності в АПК – вимоги часу. Економіка АПК. 2007. №12. С.85-91.

4. Кулаєць М.М., Куцеконь Л.О. Стратегія інноваційного розвитку сільськогосподарських підприємств // Економіка АПК. 2009. №7. С. 75– 80.

5. Витвицька О.Д. Роль комерціалізації інноваційної продукції у забезпеченні розвитку економіки. Агроінком. 2010. №10-12. С. 12-18.

ДІАГНОСТИКА МАРКЕТИНГОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА В СИСТЕМІ АНТИКРИЗОВОГО МЕНЕДЖМЕНТУ

Юдін А.М., Коломоєць А.В., Ларка Л. С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Система антикризового менеджметну підприємства охоплює всі сфери управління: виробництво, кадри, фінанси, маркетинг та інновації. В кризових умовах кожна сфера управління протистоїть викликам за рахунок посилення саме антикризової складової. Зупинимося докладніше на маркетинговій складовій антикризового менеджменту. Ідеальним варіантом для підприємства є активація системи превентивного антикризового маркетингу, основна мета якого запобігання настанню кризового стану [1]. В умовах воєнного стану система превентивного антикризового маркетингу не може виконувати свої функції через неминучість ризиків, які пов'язані із веденням воєнних дій. У такому випадку потрібно активувати систему кризового маркетингу, основне призначення якої – активна боротьба з наслідками кризи, створення умов для виживання підприємства (як завдання мінімум) та його розвитку (як завдання максимум). Для забезпечення ефективності роботи системи кризового маркетингу на підприємстві необхідно забезпечити високу якість маркетингової інформації, яка є основою для обґрунтування комплексів управлінських рішень [2]. В умовах війни діагностика здебільного відбувається із застосування експрес-методик, оскільки суттєво зростає значущість своєчасності прийняття та реалізації відповідних рішень для компанії. Крім того, значно ускладнюються алгоритми збирання потрібної інформації. Слід зазначити, що цю проблему деякою мірою вдається вирішити завдяки застосування цифрових інструментів маркетингу [3]. Основними умовами якісної діагностики як елементу системи антикризового менедменту є: чітке формулювання цілей діагностики та формату необхідних вихідних даних; застосування сучасних методичних підходів для аналізу даних; висока кваліфікація осіб, що проводять діагностику.

Література:

1. Ларка Л. С. Діагностика ефективності антикризового маркетингу на підприємстві. *Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут" (економічні науки)*: зб. наук. пр. Харків : НТУ "ХПІ", 2022. № 4 . С. 40 – 43.

2. Ларка Л. С. Маркетингова діагностика в системі превентивного антикризового маркетингу. *Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я:* тези доповідей XXXI міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2023, 17-20 травня 2023 р. Харків: НТУ «ХПІ». С. 745.

3. Ларка Л. С. Діагностика ефективності використання інструментів цифрового маркетингу для відновлення підприємств у повоєнний період. *Маркетинг в Україні :* збірник матеріалів Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конф., м. Київ, 20 жовтня 2023 р., К.: КНЕУ. 2023. С. 275.

СУЧАСНІ ПІДХОДИ АНАЛІЗУ В ГАЛУЗЯХ ПРОМИСЛОВОСТІ ТА ПОСЛУГ

Юр'єва І.А.
Національний технічний університет Харківський політехнічний інститут, м. Харків

Аналіз діяльності підприємства в сучасних умовах – це динамічна система методів, що поєднує традиційні підходи з інноваційними технологіями для комплексної оцінки ефективності. Він охоплює всі ключові аспекти функціонування, починаючи з дослідження фінансових показників до логістичних ланцюгів і цифровізації управління. Аналіз базується на різних методах і підходах, які допомагають виявити проблеми та знайти шляхи їх вирішення. Перелічимо основні інноваційні методи аналізу Data-Driven, передбачувальна аналітика Predictive Analytics, де відбувається використання AI/ML для прогнозування попиту, витрат і ризиків з аналізом Big Data у ланцюгах поставок та використання предиктивних моделей для оптимізації складських запасів, застосування реального моніторингу Real-Time Analytics. Питання підвищення ефективності вирішується за допомогою IoT-сенсорів в промисловості Industry 4.0 для відстеження ефективності обладнання OEE з інтегрованими системами оцінки для аналізу балансової системи показників BSC та ESG-критеріїв при поєднанні фінансових індикаторів ROI, EBITDA і нефінансових метрик. Галузеві особливості аналізуються за критеріями промисловості та сферами послуг з даними та ключовими метриками, а фокус аналізу приділяє увагу значенням оптимізації виробничих циклів Lean, TQM, якості обслуговування NPS, CSI з даними датчиків обладнання, ERP-системами, CRM стратегіями. Customer Relationship Management – це стратегія управління взаємодією з клієнтами, що поєднує програмні рішення, аналітику та бізнес-процеси для покращення лояльності, продажів та ефективності обслуговування, ключовими метриками є коефіцієнт використання потужностей, конверсія клієнтів. Аналіз підприємств у виробничій та сервісній сферах має різні цілі. У виробництві основний акцент робиться на оптимізацію витрат, а в сфері послуг – на якість обслуговування та задоволеність клієнтів. Оптимізація витрат та підвищення продуктивності у виробництві, де основною метою є зменшення витрат на виробництво без зниження якості, оптимізація використання ресурсів, автоматизація процесів для збільшення продуктивності із застосуванням звітності через Robotic Process Automation (RPA), блокчейн для аудиту транзакцій.

Література:

1. Економічна аналітика в бізнесі : навч. посібник / [О.С. Гринькевич, С.О.Матковський, А.В. Сидорова та ін.]; за ред. О.С. Гринькевич, С.О. Матковського, А.В. Сидорової, Н.С. Струк. Львів : ЛНУ ім. Івана Франка, 2022. 480с.

2. Аналіз діяльності підприємства: Навч. посіб. / О. В. Посилкіна, О. В. Козирєва, Я. М. Деренська. Х.: Вид-во НФаУ, 2019. 398 с.

3. Парасій-Вергуненко І.М., Назарова К.О., Гордополов В.Ю., Безверхий К.В., Гоцуляк В.Д., Нежива М.О., Негоденко В.С. Управлінський аналіз бізнесу (за видами економічної діяльності): навч. посібн. Київ: Вид. «Центр учбової літератури», 2024. 586 с.

КУЛІНАРНІ ІННОВАЦІЇ: СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ФОРМУВАННЯ РЕСТОРАННОГО МЕНЮ

Якименко-Терещенко Н.В., Арнаутова А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Заклади ресторанного господарства мають аналізувати меню та зважати на фактори, що свідчать про доцільність внесення змін до нього, у т.ч. з використанням інноваційних рішень: постійні клієнти приходять рідше, знижується рентабельність продажів та рівень заповнюваності закладу, збільшується кількість негативних відгуків на платформах відгуків, скорочуються обсяги замовлень. Інновації в меню відіграють значну роль у досягненні успіху ресторану. Зважаючи на постійну зміну споживчого середовища, ресторанам важливо постійно адаптувати та вдосконалювати своє меню, щоб залишатися актуальними та конкурентоспроможними. Інновація в меню означає створення нових захопливих страв або вдосконалення вже наявних для кращої відповідності змінним смакам споживачів і актуальним ринковим тенденціям. Це не просто додавання нових позицій, а й підвищення якості вже запропонованих страв, щоб поліпшити загальний досвід відвідування ресторану.

Проте, як визначають експерти [1], під час створення інноваційного меню заклади ресторанного господарства можуть стикатися з різними викликами, серед яких: 1) значні витрати часу на аналіз поточного меню, визначення популярних страв і кухонь, експерименти та розробку нових страв, оптимізацію поточного меню, впровадження та моніторинг дієвості нового меню; 2) підвищення рівня витрат, що пов'язані з навчанням шеф-кухарів, потенційними інвестиціями в нові продукти. Проте, вважаємо, що на впровадження інноваційного меню в закладі ресторанного господарства впливає дієва культура інновацій закладу, що надає конкурентні переваги та створює лояльність споживачів. Саме креативність, цікавість і здатність до адаптації є важливими для успіху інноваційного меню.

При формування інноваційного меню активно використовується ШІ, що дозволяє аналізувати величезні обсяги споживчих даних, прогнозувати тенденції меню та визначати потенційні кулінарні інновації. Важливим для закладу є презентування інноваційного меню гостям, що можливо за рахунок сучасних технологічних рішень. Одним з інноваційних рішень, що застосовується в світовій практиці є цифрове меню, що надає гостям можливість переглядати меню та оплачувати рахунки безпосередньо зі свого смартфона за допомогою унікального QR-коду.

Література:

1. Thepin P. Menu innovation: The recipe for customer retention and restaurant success. 2024. URL: https://yumpingo.com/blog/menu-innovation-customer-retention

ВПРОВАДЖЕННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ІНТЕРНЕТ-ТЕХНОЛОГІЙ У РЕСТОРАННОМУ БІЗНЕСІ

Якименко-Терещенко Н.В., Носирєв О.О., Колесніков Я.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

За даними сучасних досліджень, компанії ресторанного бізнесу визнають цінність технологій для їхнього бізнесу. Так, 76% операторів кажуть, що використання технологій дає їм конкурентну перевагу, 64% вважають використання технологій ключовою справою у майбутньому. Найбільш цікавими технічними рішеннями, які б могли бути впроваджені в ресторанах, в розрізі поколінь наведено в [1] та включають: замовлення за допомогою програми на смартфоні, оформлення замовлення та сплата передоплати страв на веб-сайті ресторану; безконтактна оплата; оплата чеку за допомогою програми на смартфоні; оформлення замовлення за допомогою системи самообслуговування в електронному кіоску; оплата через електронний кіоск самообслуговування або за допомогою цифрового гаманця (наприклад, Apple Pay, Samsung Pay, Google Wallet); відкритий доступ до меню на смартфоні за допомогою QR-коду; оформлення замовлення та оплата чеку на смартфоні за допомогою QR-коду.

Тобто сучасні інтернет технології підвищують ефективність ресторанного бізнесу та покращують досвід споживачів. Мобільні програми є найкращим способом встановити зв'язок із споживачами, вплинути на їх лояльність. Так, елементи ефективної мобільної програми можуть включати: простий у використанні сайт, який направляє споживачів до процесу замовлення, проста в викристанні функція налаштування та відкликання попереднього замовлення; мобільний помічник зі штучним інтелектом, який допомагає споживачам із процесом замовлення; відстеження замовлення на основі місцезнаходження [2]. Відзначаємо одну з основних переваг використання інформаційних технологій в ресторанах - це автоматизація рутинних операційних завдань як то керування запасами у режимі реального часу, що оптимізує управління ними, зменшує ймовірність браку та мінімізує харчові відходи. Також інформаційні технології полегшують автоматизовану обробку замовлень, прискорює підготовку та доставку замовлень, загальну ефективність обслуговування та задоволеність споживачів. Використання інтернет технологій дозволяє ресторанам надавати клієнтам персоналізований досвід за допомогою аналізу даних, адаптувати пропозиції та рекламні акції.

Література:

1. Restaurant report technology landscape 2024. URL: https://go.restaurant.org/rs/078-ZLA-461/images/NatRestAssoc_TechLandscapeReport_2024.pdf?version=0

2. Restaurant tech that delights your customers URL: https://restaurant.org/education-and-resources/resource-library/restaurant-tech-that-delights-your-customers/

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЦИФРОВІЗАЦІЇ БАНКІВСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В УКРАЇНІ

Яковенко О.Р.
Уманський національний університет, м. Умань

В роботі розглянуто питання розвитку можливостей діджиталізації банківського сектору в Україні.

Потреба в цифровій трансформації в банківському секторі ще ніколи не була такою актуальною, що створює необхідність у впровадженні інноваційних технологій та цифрових послуг. Це дозволяє банкам не тільки зберігати конкурентоспроможність, а й підвищувати ефективність обслуговування клієнтів, забезпечуючи зручність та доступність банківських послуг. З огляду на зростаючі загрози в інтернет-середовищі, важливим напрямом розвитку є зміцнення кібербезпеки. Використання багаторівневих систем захисту та регулярне вдосконалення заходів із захисту даних стане ключовим для забезпечення стабільності та довіри клієнтів до цифрових банківських послуг.

Банки в Україні активно співпрацюють з фінтех-стартапами, що сприяє створенню інноваційних продуктів та послуг. Таке партнерство дозволяє реалізувати нові бізнес-моделі та впроваджувати передові фінансові технології, що підвищують ефективність та знижують витрати банківських установ.

Штучний інтелект і машинне навчання дозволяють українським банкам значно покращити процеси обробки даних, прогнозування фінансових ризиків та оптимізації операцій [1]. Технології блокчейн мають потенціал революціонізувати банківський сектор, підвищивши прозорість операцій і забезпечивши більшу безпеку даних. Покращення користувацького досвіду (UX) та оптимізація інтерфейсів (UI) є важливими для підвищення зручності користування банківськими послугами.

Роботизована автоматизація процесів (RPA) дозволяє знижувати витрати та звільняти ресурси для більш цінних завдань, зокрема для роботи з клієнтами [2].

У цілому, перспектива розвитку цифровізації банківської діяльності в Україні має великий потенціал для трансформації сектору, підвищення ефективності його діяльності та поліпшення обслуговування клієнтів. Водночас важливими умовами є впровадження інновацій, підвищення кваліфікації персоналу, а також забезпечення відповідності регуляторним вимогам.

Література:

1. Павлюченко Д. М. Вплив штучного інтелекту та машинного навчання на банківські послуги. Академічні візії. Випуск 32/2024. URL: https://doi.org/10.5281/zenodo.12936652 (дата звернення 30.03. 2025 р.)

2. RPA in Banking Industry: Top 10 Use Cases for 2023. URL: https://www.linkedin.com/pulse/rpa-banking-industry-top-10-use-cases-2023-jinal-shah/ (дата звернення 30.03. 2025 р.)

ІНТЕГРАЦІЯ ЦИФРОВИХ ІНСТРУМЕНТІВ В ОСВІТНІЙ ПРОЦЕС ЯК ЧИННИК РОЗВИТКУ ЦИФРОВОЇ ГРАМОТНОСТІ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Яловега Л.В., Прийдак Т.Б., Лега О.В.
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава

Сучасне освітнє середовище зазнає стрімких трансформацій під впливом цифровізації, глобалізаційних процесів та необхідності адаптації до викликів постіндустріального суспільства. У таких умовах особливої ваги набуває формування цифрової компетентності здобувачів вищої освіти як ключового елементу їхньої професійної підготовки та конкурентоспроможності на ринку праці. Одним із найбільш ефективних інструментів досягнення цієї мети виступають цифрові освітні платформи, що забезпечують доступ до електронних ресурсів, інтерактивного навчального контенту, засобів комунікації та інструментів оцінювання. Використання таких платформ, як Moodle, Google Workspace for Education, Microsoft Teams, Coursera, Prometheus тощо, сприяє розвитку цифрової грамотності, формуванню навичок неформальної освіти, критичного мислення, управління інформаційними потоками [1]. Вони забезпечують гнучкість освітнього процесу, відкриваючи можливості для реалізації змішаного та дистанційного навчання, а також сприяють персоналізації освітньої траєкторії. Цифрові освітні платформи відіграють ключову роль у формуванні індивідуалізованих маршрутів навчання, орієнтованих на особисті інтереси, рівень підготовки, освітні цілі та когнітивні особливості кожного здобувача освіти. Завдяки доступу до різноманітного контенту у зручний час, здобувачі вищої освіти мають змогу засвоювати матеріал у власному темпі, повторювати складні теми, отримувати зворотний зв'язок і коригувати власний прогрес. Інтегровані інструменти аналітики, тестування та моніторингу сприяють регулярній самооцінці здобутих знань і формуванню персоналізованих рекомендацій щодо подальшого навчання. Водночас викладачі отримують можливість оперативно адаптувати зміст навчання, завдання та методи оцінювання відповідно до індивідуальних потреб студентів. Окрім того, цифрові платформи стимулюють розвиток автономності, критичного мислення, самоорганізації та цифрової культури, що є необхідними компетентностями в умовах сучасного динамічного освітнього простору. Завдяки інтеграції з іншими цифровими сервісами, можливості тьюторського супроводу та адаптивності освітнього середовища, створюються умови для реалізації особистісно-орієнтованого підходу й підвищення якості підготовки фахівців відповідно до вимог цифрового ринку праці.

Література:

1. Яловега Л.В., Лега О.В., Прийдак Т.Б. Інформаційні технології у вищій освіті: вимога часу. *Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я*: тези доповідей XXXII міжнар. наук.-практ. конф. MicroCAD-2024, 22-25 травня 2024 р. / за ред. проф. Сокола Є.І. Харків: НТУ «ХПІ». С. 944.

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ В ОРГАНІЗАЦІЇ ПРОВЕДЕННЯ МАРКЕТИНГОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Яловий М.О., Ахмедов Е.В., Ларка Л. С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сучасні ринкові умови можна охарактеризувати як складні, непередбачувані. Це обумовлює посилення ролі маркетингових досліджень в діяльності підприємств. За воєнного стану функції маркетингових досліджень докорінно не змінюються, але вони доповнюються новим змістом [1].

Розглянемо, як саме змінюються функції маркетингових досліджень в діяльності підприємства. Розвідувальна функція посилюється за рахунок більш широкого застосування цифрових інструментів маркетингу, удосконалення алгоритмів оброблення даних в маркетинговій інформаційній системі. Дескриптивна функція реалізується здебільшого за рахунок методів експрес-діагностики, оскільки в умовах війни довгострокове прогнозування втрачає сенс. Аналітична функція набуває критичного значення, оскільки в умовах невизначеності ціна помилки може бути занадто високую для підприємства. В межах цієї функції збільшується увага до аналізу маркетингових ризиків та впровадженню комплексу рішень щодо їх мінімізації. Прогностична функція реалізується переважно у частині короткострокового прогнозування, оскільки середньострокове та довгострокове прогнозування в умовах війни показують низьку точність через неможливість передбачити суттєві зміни у зовнішньому та внутрішньому середовищі. Процеси управління маркетинговими дослідженнями також трансформуються за рахунок цифровізації. Незважаючи на високий ступінь невизначеності бізнес-середовища, налагоджений обмін маркетинговою інформацією між підрозділами підприємства залишається основою ефективної маркетингової діяльності [2]. Інформатизація суспільства в останні роки позитивно вплинула на сферу маркетингових досліджень. В умовах війни саме за рахунок цифровізації досліджень є можливість не втрачати зв'язок зі споживачами, досліджувати цільові ринки [3]. Таким чином, основним сучасним трендом в організації проведення маркетингових досліджень є їх цифровізація.

Література:

1. Макєєв Д. О., Ларка Л. С. Функції маркетингових досліджень на підприємстві. *Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я* : наук. вид. : тези доп. 28-ї міжнар. наук.-практ. конф. MicroCAD–2020, [28-30 жовтня 2020 р.] : у 5 ч. Ч. 3. Харків : Планета-Прінт. 2020. С. 189.

2. Ларка Л. С., Васильцова С. О. Управління маркетинговими дослідженнями на підприємстві: стратегічний аспект. *Вісник Національного технічного університету "ХПІ" (економічні науки)*. 2022. № 1. С. 27–30.

3. Ларка Л. С. Особливості організації проведення маркетингових досліджень в умовах інформаційного суспільства. *Управління соціально-економічними трансформаціями господарських процесів: реалії і виклики*: тези доп. 4-ї Міжнар. наук.-практ. конф., 6-7 квітня 2022 р. Мукачево : МДУ, 2022. С. 253-256.

ДИПЛОМАТИЧНІ АСПЕКТИ НАЛАГОДЖЕННЯ МІЖНАРОДНИХ БІЗНЕС-КОМУНІКАЦІЙ

Яцина В.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сучасні перетворення міжнародних відносин та фундаментальні коливання геополітичних процесів наочно доводять важливість та першочерговість впровадження новітніх дипломатичних норм в процес формування міжнародних комунікаційних стратегій.

Дипломатичні навички є невід'ємною частиною успішних міжнародних відносин. Основні аспекти дипломатії у міжнародних бізнес-комунікаціях (МБК) та формуванні ділового іміджу представлено на рисунку 1.



Рисунок 1 – Дипломатичні аспекти налагодження МБК

Застосування норм етикету та дипломатичних принципів сприяє ефективному веденню переговорів, укладанню вигідних контрактів, та формуванню довготривалих партнерських відносин. Важливим напрямом є вивчення ефективності адаптації дипломатичних норм у віртуальному середовищі та оцінка ролі штучного інтелекту у створенні міжнародних бізнес-відносин. Окрему увагу варто приділити аналізу змін у бізнес-етикеті під впливом соціально-політичних факторів, зокрема санкцій, міжнародних конфліктів та розвитку екологічних стандартів. Додатково, перспективним є вивчення впливу культурних стереотипів на переговорний процес і розробка стратегій їх подолання для підвищення ефективності міжнародного співробітництва.

СЕКЦІЯ 6
МЕДИЧНІ НАУКИ

BIOMARKERS IN THE DIAGNOSIS AND DYNAMICS OF TREATMENT OF COMPLICATIONS OF ACUTE PLEURAL EMPYEMA

Boyko V.V.[2,3], Tkachenko V.V.[1], Sochnieva A.L.[1], Kritsak V.V[1,3]., Korzh P.I.[1], Minukhin D.V.[2], Nartov Ya.P.[2]

[1]Educational and Scientific Medical Institute of the National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv, Ukraine

[2]Kharkiv National Medical University, Kharkiv, Ukraine

[3]Zaitsev Institute of General and Emergency Surgery of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

Backgroung. Biomarkers play an important role in the diagnosis of sepsis and systemic inflammation, determining the severity of the septic state, and differentiating systemic sepsis and local infection.

The objective of the work is to define significant white blood markers in the diagnosis and dynamics of treatment of complications of acute pleural empyema.

Materials and methods. Patients with clinical and laboratory signs of SIRS and clinically proven infection were assigned to the group with complicated pleural empyema - established sepsis (n=64). Patients with acute pleural empyema without signs of systemic infectious process were assigned to the group without established sepsis (n=63) within the period of 2008-2022 have been analyzed. Upon admission, all patients included in the sample were measured for PCT, CRP, PSEP, MR-proADM levels.

Results. Optimal threshold values for PCT as a biomarker for identifying patients at risk of developing infectious complications; on admission > 14.16 PCT ng/ml (42.1% sensitivity and 100% specificity), after 48 - > 9.238 ng/ml (44.2% sensitivity and 88.2% specificity), after 120 hours - > 4.331 ng/ml (54.4% sensitivity and 67.7% specificity). Optimal threshold values for PSEP on admission > 519 pg/ml (57.5% sensitivity and 74.5% specificity), after 48 - ≤ 1356 pg/ml (77.78% sensitivity and 46.2% specificity), after 120 hours - ≤ 1423 pg/ml (85.7% sensitivity and 70.0% specificity). The sensitivity and specificity values of presepsin were determined using the recommended Cut off level of 337 pg/ml for the division between healthy individuals and patients with sepsis and CVD. The maximum area under the AUC ROC curve is achieved at a cut off level of > 519 pg/ml.

Conclusions. For PCT, the positive predictive value was 100%; 79.3%, 71.4% and the negative predictive value: 60.7%, 60.8%, 50% respectively. For PSEP, the positive predictive value was: 62.2%, 66.7%, 80% and the negative predictive value: 70.7% 60%, 77.8% respectively. Using Cut off, the sensitivity of presepsin was determined to be 66%, specificity 54%, positive predictive value – 49%, and negative predictive value – 70%.

SURGICAL TREATMENT OF PATIENTS WITH ACUTE PLEURAL EMPYEM

Boyko V.V.[2,3], Tkachenko V.V.[1], Sochnieva A.L.[1], Kritsak V.V[1,3]., Korzh P.I. [1] Minukhin D.V.[2], Nartov Ya.P.[2]

[1]Educational and Scientific Medical Institute of the National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv, Ukraine

[2]Kharkiv National Medical University, Kharkiv, Ukraine

[3]Zaitsev Institute of General and Emergency Surgery of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

The aim of the work was to study the timing of the need for classical surgical interventions depending on the duration of the disease in patients with acute pleural empyema.

Materials and methods. Results of treatment of 426 patients with acute pleural empyema within the period of 2008-2022 have been analyzed. 109 (25.6 %) of them needed open surgical treatment after sanitation of the pleural cavity.

Results. Open surgical interventions were required by patients hospitalized to the clinic after 6 weeks from the onset of the disease. At the same time, among those hospitalized within 6-8 weeks, the need was 18.27%, and after 8 weeks - 81.73%. Among those hospitalized up to 8 weeks from the onset of the disease, half of all operations were cost-effective resections and lung decortication, while at a later date they accounted for only 17.38% of all surgical interventions. Most often, these patients required pleurectomy with lung decortication (48.9%) and pneumonectomy - 21.73%.

Conclusions. Need for classical surgical intrusions after sanitation of pleural cavity in acute pleural empyema remains at the level of 4.65 % - 5.26 %.

Keywords: acute pleural empyema, surgical treatment, temporary occlusion of the bronchus.

PENETRATING WOUNDS OF THE NECK IN COMBAT CONDITIONS: ANALYSIS OF SCIENTIFIC DATA FROM UKRAINE AND THE WORLD

Fedotova V. V., Chorna V. V.
National Pirogov Memorial Medical University, Vinnytsia

Penetrating neck wounds remain one of the most pressing issues in combat medicine, as they are characterized by a high risk of fatal complications and require immediate qualified medical care. The main objective of our study was to conduct a retrospective analysis of modern scientific sources regarding the characteristics of structural damage, topography of penetrating neck wounds, incidence of complications, as well as approaches to providing medical and surgical care in armed conflicts. For this purpose, 73 scientific publications were analyzed, selected from authoritative international databases such as MEDLINE/PubMed, Karger, EMBASE/Ovid. Based on the results of an in-depth review covering the period 2004-2024, 37 sources that met the study criteria were included in further analysis. The analysis focuses on the characteristics of neck wounds accompanied by significant bleeding, damage to vital structures and a high risk of airway obstruction [1]. Among the most dangerous injuries recorded in military conditions, gunshot injuries to the pharynx and larynx should be highlighted. These injuries can lead to asphyxia, massive bleeding, hypovolemic shock, which makes them especially critical for the survival of victims [2].

Modern medical care protocols, especially in settings with limited medical resources, provide for the primary provision of airway patency (for example, by cricothyrotomy or endotracheal intubation) and stopping critical bleeding by direct pressure, wound tamponade, or the use of hemostatic agents [2].

The Ukrainian experience, in particular, gained during a full-scale armed conflict, plays an important role in the formation of new approaches to medical care. The introduction of improved prehospital response algorithms, including TCCC (Tactical Combat Casualty Care), is aimed at quickly stabilizing the victim's condition directly on the battlefield. In general, optimizing algorithms for providing assistance at the stage of evacuation to a medical facility is a key factor in reducing the level of combat mortality and disability. In the future, a promising direction is the development of portable respiratory monitoring devices, as well as training of Ukrainian Armed Forces personnel and medical personnel according to uniform protocols adapted to Ukrainian realities.

Refereces:

1. Avsenik J., Bajrović F. F., Gradišek P., Kejžar N., Šurlan Popović K. Prognostic value of CT perfusion and permeability imaging in traumatic brain injury // *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*. – 2021. – Vol. 90, No. 3. – P. 484–491.

2. Yang P., Song Y., Yu M. A new approach to organization and implementation of military medical treatment in response to military reform and modern warfare in the Chinese Army // *Military Medicine*. – 2017. – Vol. 182, Iss. 11–12. – P. e1819–e1823.

ANALYSIS OF REACTIVE ANXIETY LEVELS IN PATIENTS AFTER CEREBRAL STROKE

Mishchenko O.M.[1], Mishchenko M.M.[2], Ponomaryov V.I.[1], Ponomaryova V.V.[1], Voloshina S.L.[1], Dyedkova A.V.[3]

[1]Educational and Scientific Medical Institute of the National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv, Ukraine

[2]Kharkiv National Medical University, Kharkiv, Ukraine

[3]V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine

Background. The problem of studying cerebral strokes (CS) both in Ukraine and worldwide is one of the most urgent and contemporary global issues for the entire medical community. The medical and social significance of CS diseases is confirmed by their high prevalence; continuous growth; high morbidity; increase in negative medical and social consequences (mortality and disability, increase in DALYs, YLL and YLD), the need for intervention at all levels of care (primary, secondary, tertiary) with the involvement of all structural units not only in the healthcare and social protection sectors, but also in state institutions and agencies of all administrative levels; the need to provide such patients with a range of therapeutic, rehabilitation, psychological and social measures throughout the entire period of their active life. The above gives CS a significant medical and social significance and integrates this issue into the forefront of socially significant global problems, the priority of which requires the involvement of all resources not only of the health care system, but also the development and implementation of state-building measures in general.

In the development of CS, significant changes in the patient's socio-psychological orientation and personal psychological characteristics are determined, which is directly determined by the nature of the pathology.

The purpose of the study is to determine the prevalence of anxiety states by levels of reactive anxiety (RA) among patients after CS.

Materials and methods. The study was conducted at the Clinical Sanatorium Roshcha, a subsidiary of Ukrprofozdorovnytsia, a private joint-stock company, and the Clinical Sanatorium Berezivski Mineral Water Resort, a subsidiary of Ukrprofozdorovnytsia, a private joint-stock company. 500 people were examined, among whom 300 respondents of the main group (MG) with an anamnesis of CS and 200 people of the control group (CG; practically healthy individuals randomized by age and gender) were identified. The study and analysis of the research objects were conducted by copying the data from the medical records, questionnaires, and surveys. We analyzed the sociopsychological problems of patients after CS using the method of diagnosing psychological conditions: a study of self-assessment of anxiety levels in patients with CS using the Spielberg Self-Assessment Scale by C.D. Spielberg and Y.L. Khanin.

Results. According to the results of the study of RA levels in MG using the Spielberg CD and Khanin YL self-assessment scale, in general, subjects with moderate and high levels of RA significantly prevailed compared to low levels (151 (50.3%) and 124 (41.3%)

and 25 (8.3%) people, respectively) with corresponding RA levels of 41.5 ± 3.92 and 47.6±1.74 and 27.2±2.22 points. At the same time, in the CG, compared to the MG, there were significantly (χ^2=145.036; p<0.001) more people with low and moderate RA (97 (48.5%) and 96 (48.0%) respondents, respectively) compared to low (7; 3.5% of people). The corresponding RA levels were 26.9±1.95 and 36.6±3.97 and 55.2±13.55 points. The total level of RA among MG respondents was significantly higher (p<0.001) (42.8±6.32 points) compared to the control (32.53±7.53 points) and was noted at the upper limit of moderate

Conclusions. Thus, significant changes in RA in patients after CS have been identified.

DETERMINATION OF THE LEVEL OF PERSONAL ANXIETY IN PATIENTS AFTER CEREBRAL STROKE

Mishchenko O.M.[1], Mishchenko M.M.[2], Ponomaryov V.I.[1], Ponomaryova V.V.[1], Voloshina S.L.[1], Dyedkova A.V.[3]

[1]Educational and Scientific Medical Institute of the National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv, Ukraine

[2]Kharkiv National Medical University, Kharkiv, Ukraine

[3]V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine

Background. According to many global epidemiological studies, cerebral strokes (CS) are the second most common disease in the world after coronary heart disease (CHD). According to the World Health Organization (WHO), these diseases are the second leading cause of disability and mortality both in Ukraine and worldwide. Over the past fifteen years, the incidence of CS has remained the leading cause of death worldwide. CHD and CS take the largest number of human lives.

Global prevalence rates of these diseases indicate that up to 30 million new cases of CS are reported worldwide each year. It is stated that in the world's leading countries (the European Union, Iceland, Switzerland, Norway, etc.), about 1.1 million new cases of these diseases are registered each year. In the United States, more than 550 thousand CS are diagnosed annually. Mortality rates from these diseases are also high. Thus, according to the WHO, in Europe, the mortality rate from CS is 37-47 cases per 100 thousand people.

Experts attribute the steady increase in the incidence of CS to the "aging" of our planet's population and a significant increase in the risk factors for the occurrence and development of these diseases (arterial hypertension, cardiovascular disease, diabetes mellitus, tobacco smoking, consumption of alcoholic beverages and alcohol-containing substances, etc.).

Scientists determine that CS provoke a transformation of the entire psychosocial sphere of such a person, which requires certain psychosocial rehabilitation interventions involving a team of psychologists and social workers.

The purpose of the study is to determine the prevalence of anxiety states by levels of personality anxiety (PA) among patients after CS.

Materials and methods. The study was conducted at the Clinical Sanatorium Roshcha, a subsidiary of Ukrprofozdorovnytsia, a private joint-stock company, and the Clinical Sanatorium Berezivski Mineral Water Resort, a subsidiary of Ukrprofozdorovnytsia, a private joint-stock company. 500 people were examined, among whom 300 respondents of the main group (MG) with an anamnesis of CS and 200 people of the control group (CG; practically healthy individuals randomized by age and gender) were identified. The study and analysis of the research objects were conducted by copying the data from the medical records, questionnaires, and surveys. We analyzed the sociopsychological problems of patients after CS using the method of diagnosing psychological conditions: a study of self-assessment of anxiety levels in patients with CS

using the Spielberg Self-Assessment Scale by C. D. Spielberg and Y. L. Khanin.

Results. According to the obtained levels of PA, moderate and high levels of PA significantly prevailed among the MG respondents. In general, there was a significant predominance of subjects with moderate and high levels of PA as opposed to low levels (188 (62.7%) and 69 (23.0%) and 43 (14.3%) respondents, respectively) with corresponding levels of PA at 39.4±2.65 and 47.4±1.17 and 28.0±2.05 points. In general, the level of PA among the MG respondents was at the upper limit of moderate (39.60±6.23 points) and significantly ($p<0.001$) higher than that of the CG (33.61±8.73 points). It should also be noted that the CG compared to the OG significantly ($\chi^2=83.212$; $p<0.001$) stated the prevalence of respondents with low and moderate PA levels as opposed to low (respectively 104 (52.0%) and 64 (32.0%) and 32 (16.0%) people) and had corresponding PA levels of 26.6±2.88 and 38.2±5.12 and 47.4±1.24 points).

Conclusions. Thus, significant changes in PA in patients after CS have been identified.

DETERMINING THE PREVALENCE OF DEPRESSION AFTER CEREBRAL STROKES

Mishchenko O.M.[1], Mishchenko M.M.[2], Ponomaryov V.I.[1], Ponomaryova V.V.[1], Voloshina S.L.[1], Dyedkova A.V.[3]

[1]Educational and Scientific Medical Institute of the National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv, Ukraine

[2]Kharkiv National Medical University, Kharkiv, Ukraine

[3]V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine

Background. In our country, the epidemiological indicators of cerebral strokes (CS) are significantly disappointing. According to the report on the burden of CS among the European Union countries, up to 120 thousand new cases of this disease and about 40-45 thousand deaths due to it are registered in Ukraine every year. It is noted that among all newly registered CS cases, about 40.0% are fatal within the first thirty days; 50.0% - during the first year of illness; and 20.00-40.0% of those who did not die become completely dependent on outside help, and only about 10.0% fully recover and return to an active full life.

Of particular concern is the fact that in recent years there has been an increase in the burden of these diseases among people of working age, with more than 50.0% of patients who have suffered CS never returning to active life. Thus, according to statistical data, approximately one third (33.0-36.0%) of patients with these diseases in our country are of working age. According to the Ministry of Health, in 2014, 94014 CS were officially registered in Ukraine (266.5 per 100 thousand people), in 2015 - 96319 (274.1 per 100 thousand people), and in 2016 - 97805 (279.6 per 100 thousand) and in 2017 - 96978 (278.7 per 100 thousand). Some scientists point out that the real picture of the prevalence of these diseases in our country is even more alarming due to the fact that about 20.0-30.0% of people with CS do not get to see specialists and are not included in official statistics. At the same time, according to expert opinions, in the future, one in five residents of our country will either die due to CS or will be disabled as a result of this disease.

The consequences of such a disappointing picture are enormous economic costs for the leading countries of the world community, which reach (according to various sources) about 4.0-5.0% of health care budgets.

Scientists determine that changes in the background of CS determine the development of certain psychological disorders on the part of such a person, which are primarily characterized by depression, persistent depression, the development of anxiety and fears, obsessive fixation on the disease and worries about their future, etc.

The purpose of the study is to determine the prevalence of depressive states among patients after CS.

Materials and methods. The study was conducted at the Clinical Sanatorium Roshcha, a subsidiary of Ukrprofozdorovnytsia, a private joint-stock company, and the

Clinical Sanatorium Berezivski Mineral Water Resort, a subsidiary of Ukrprofozdorovnytsia, a private joint-stock company. 500 people were examined, among whom 300 respondents of the main group (MG) with an anamnesis of CS and 200 people of the control group (CG; practically healthy individuals randomized by age and gender) were identified. The study and analysis of the research objects were conducted by copying the data from the medical records, questionnaires, and surveys. We analyzed the sociopsychological problems of patients after CS using the method of diagnosing the level of depression (LD) and states close to depression: the psychodiagnostic scale of depression by T. I. Balashova.

Results. According to the data obtained from the Balashova Depression Scale, LD in general among MG individuals without depression and with mild depression was slightly higher compared to individuals with subdepression (107 (35.7%) and 110 (36.7%) and 83 (27.7%) respondents, respectively). At the same time, in general, among MG individuals, LD had a value of 52.6±7.46 points and significantly ($p<0.001$) exceeded the levels of CG (47.56±6.88). At the same time, significantly ($\chi^2=55.347$; $p<0.001$) more people with subdepression were observed among MG compared to CG (83 (27.7%) and 16 (8.0%) respondents, respectively) and with mild depression (110 (36.7%) and 48 (24.0%) people, respectively), in contrast to mild depression, where, on the contrary, there were significantly fewer MG people (107 (35.7%) and 136 (68.0%) respondents, respectively).

Conclusions. Thus, significant manifestations of the depressive spectrum in patients after CS have been identified.

THE POTENTIAL USE OF MACHINE LEARNING IN LYMPHATIC VESSEL ULTRASOUND

Moroz O.

Huazhong University of Science and Technologies, Tongji Hospital

Lymphedema remains a debilitating condition with significant impacts on patient quality of life, affecting 43–94% of post-surgical cases [1]. While clinical diagnosis based on symptom history and limb measurements is straightforward, precise identification of lymphatic vessels for targeted therapies like Lymphaticovenous Anastomosis (LVA) and Complete Decongestive Therapy (CDT) remains challenging due to the lymphatic system's complexity, equipment limitations, and operator dependency. Current techniques require specialized expertise and often struggle with small-caliber vessel (<0.3 mm) detection. Recent advances in machine learning (ML) for medical imaging, particularly in ultrasound, offer transformative potential to overcome these barriers. Building on proven successes in thyroid cancer diagnosis [2] and real-time breast lesion detection [3], we propose an ML framework to enhance lymphatic vessel identification in contrast-enhanced ultrasound (CEUS), using SonoVue® as a key contrast agent. These contrast-enhanced images provide clear visualization of lymphatic vessels (Fig. 1), capturing essential features such as vessel diameter, branching patterns, and contrast dispersion dynamics.

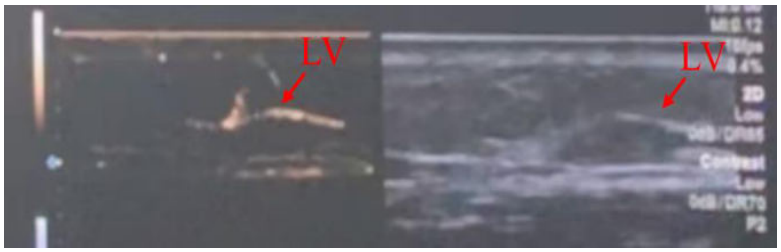


Fig.1. Detecting of lymphatic vessels (LV) with CEUS: with a contrast agent (left) and without (right)

By training neural networks on a comprehensive dataset of these annotated images, we can create an AI-assisted diagnostic tool that helps physicians overcome two major challenges: limited personal experience and inadequate equipment availability. The ML model would learn to identify characteristic patterns of lymphatic vessels, including their typical anatomical locations (e.g., subcutaneous tissue below superficial fascia), non-collapsibility under pressure, and consistent diameter - features that are often difficult for less experienced clinicians to recognize. This approach could improve diagnostic accuracy and optimize treatment planning for lymphedema patients.

References:

1. Zheng, Y., et al., Overlapping lockup lymphaticovenous anastomosis: a useful addition to supermicrosurgery. Journal of Vascular Surgery: Venous and Lymphatic Disorders, 2024. 12(1): p. 101684.

2. Moroz, O. and X. Li, revolutionizing thyroid cancer diagnosis: the emergence of machine learning technologies. Collection of scientific papers «ΛΌГОΣ», 2023(December 22, 2023; Boston, USA): p. 362-363.

3. Lee, J. and F. Cheng Tsui-Fen, Clinical application of novel mobile AI solution for real-time detection and differential diagnosis in breast ultrasound: The first prospective feasibility study. 2024, American Society of Clinical Oncology.

DYNAMICS OF FIBRONECTIN LEVELS AT DIFFERENT STAGES OF COMBINED TREATMENT IN CANCER PATIENTS

Shapovalov S.V., Zinchenko O.K., Petukhova I.S.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Fibronectin (FN) is a high-molecular-weight glycoprotein that plays a key role in cell adhesion, migration, tissue repair, and immune response. In oncology, interest in this protein stems is its potential influence on treatment efficacy and disease prognosis. Studying the dynamics of FN at different stages of treatment helps assess therapeutic response. However, data on changes in its concentration during treatment remain contradictory.

The aim of this study was to evaluate changes in serum FN levels in cancer patients at various stages of combined treatment (radiotherapy and surgery), as well as to analyze its possible prognostic value.

The study included 75 female patients with verified malignant breast tumors. Serum FN levels were determined by enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) at four stages: before treatment initiation, before surgery after completing radiotherapy, on the first and seventh days after surgery. The control group consisted of 20 healthy donors matched by age and sex. Statistical analysis was performed using descriptive statistics and Student's t-test.

Upon admission, FN levels did not significantly differ between patients and controls. Before surgery, after completing radiotherapy, FN levels in patients decreased but this decrease was not significant compared to the control group. On the first postoperative day, FN levels in the patient group showed a significant decrease compared to the previous stage ($P < 0.05$), but by the seventh day, FN levels in patients nearly returned to preoperative values.

In addition to laboratory findings, the clinical course of the postoperative period deserves attention. Five patients developed complications involving the respiratory and cardiovascular systems, which were associated with a noticeable delay in FN level recovery.

The data obtained are consistent with studies highlighting the role of FN in tissue repair and immune response. However, it is important to note that research results are not always consistent, and further clinical trials are needed to more precisely determine the role of fibronectin.

BLADDER MANAGEMENT IN STAGES OF MEDICAL REHABILITATION

Shapovalov S.V., Zinchenko O.K., Petukhova I.S.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

Bladder dysfunction is a frequent complication of neurological conditions, spinal cord injuries, strokes, and pelvic surgeries. It significantly impairs patients' quality of life and increases the risk of serious complications such as urinary tract infections (UTIs) and chronic kidney disease (CKD). Effective and timely bladder management is, therefore, a critical component of the comprehensive rehabilitation process.

The main goals of bladder management during rehabilitation include: restoration of voluntary bladder control, prevention of infections and renal complications, reduction of post-void residual urine volume, improvement of patient comfort and well-being, promotion of self-care abilities and independence.

Stages of Medical Rehabilitation:

- **Acute Phase: stabilization of the patient's general condition, prevention of urinary tract infections, temporary catheterization when indicated, monitoring fluid balance and diuresis.**
- **Subacute Phase: comprehensive diagnostic evaluation, including neurological and urological assessments, identification of the type and severity of neurogenic bladder dysfunction, initiation of bladder training and scheduled voiding.**
- **Late Phase: patient education in clean intermittent self-catheterization (CISC), implementation of rehabilitative measures aimed at restoring voluntary urination, psychological support and emotional adjustment to foster autonomy.**

Diagnostic Methods should include: r**enal and bladder ultrasound, cystometry and urodynamic studies, uroflowmetry, cystoscopy (if clinically indicated).**

Bladder Management Strategies can by divided on non-pharmacological interventions (**behavioral therapy, physiotherapy, acupuncture),** pharmacological treatment (**anticholinergic agents, beta-3 adrenergic agonists, alpha-blockers),** invasive (**clean intermittent catheterization, indwelling catheter, intradetrusor botulinum toxin A injections, suprapubic cystostomy, surgical interventions in refractory or anatomically altered cases).**

Effective bladder management requires coordinated efforts from a multidisciplinary rehabilitation team, including: Physical medicine and rehabilitation (PM&R) physicians, Urologists, Neurologists, Physiotherapists, Specialized nurses, Psychologists and social workers.

Patient and caregiver education plays a pivotal role in sustaining long-term functional outcomes and preventing readmissions.

Key indicators of successful bladder rehabilitation include: reduction in urinary tract infections and complications, decreased post-void residual volumes, enhanced quality of life and daily functioning, successful reintegration into social and professional life.

An individualized, timely, and multidisciplinary approach to bladder management across all stages of medical rehabilitation significantly improves patient outcomes, reduces morbidity, and fosters greater independence and social participation.

REPRODUCTIVE HEALTH IN DEMOGRAPHIC CONTEXT

Shevchenko A.S., Aliieva T.D.
Kharkiv National Medical University, Kharkiv

Reproductive health is a key element of the demographic development of any region. It cares about the physical, mental and social well-being associated with the reproductive system, and directly affects the population, mortality and the bitterness of life of the population. In a demographic context, reproductive health means not only the high level of population development, but also other clear characteristics such as the health of mothers and children, the quality of life and social stability.

According to these data [1], in Ukraine, approximately 15–20% of gestational age ends in reproductive costs, which significantly affects demographic indicators. This reinforces the need to strengthen preventive care and enhance medical care to reduce such costs.

Current demographic trends, such as aging populations, declining population rates, and migration processes, make reproductive health issues particularly relevant. Access to essential health services, contraception, disease prevention, reproductive technologies and sexual awareness affects people's reproductive decisions and, consequently, the demographic balance. For example, in countries with a high level of protection of reproductive health, there is a higher stable level of childbirth and maternal mortality.

According to our data [2], only 32% of Ukrainian teenagers develop full-fledged sexual awareness, which leads to an increase in the number of unplanned vagrancies among minors by 18-22%. The introduction of nutritional programs based on the basics of reproductive health could improve this situation

An important aspect is also the socio-economic minds that shape reproductive behavior. Instability, poverty, and lack of social guarantees often lead to an increase in the number of children or a decrease in the number of children in a family. However, an effective demographic policy aimed at supporting families can stimulate the population and improve reproductive health indicators.

Thus, reproductive health is not only a medical, but also a socio-demographic category, which requires an integrated approach. This security is the key to continued demographic development and prosperity of the marriage.

References

1. Alieva T. D. K., Shevchenko A. S. On the issue of reproductive losses prevention in Ukraine. Inter Collegas, 2021. Vol. 8, No.1. P. 59–66. https://doi.org/10.35339/ic.8.1.59-66

2. Shevchenko A. S., Aliieva T. D. Sex education as part of the valeological discipline "Health Pedagogy". Medicine Today and Tomorrow. 2024. Vol. 93, No.1. P. 97–112. https://doi.org/10.35339/msz.2024.93.1.sha

QUALITY OF LIFE OF PRETERM INFANTS WITH PERINATAL HYPOXIC-ISCHEMIC CENTRAL NERVOUS SYSTEM INJURY

Vareshniuk O.V., Ponomaryov V.I., Ponomaryova V.V., Mishchenko O.M.
Educational and Scientific Medical Institute of the National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv, Ukraine

Background. According to many authors, perinatal brain damage in children accounts for a significant proportion of morbidity, neonatal and early childhood mortality and disability. At birth, the brain of a newborn, especially with low birth weight, is most susceptible to damaging factors of the perinatal period (hypoxia, asphyxia, pathology of childbirth, traumatic birth), and 40 to 80% of preterm infants have neurological complications. Clinical syndromes associated with perinatal hypoxia that develop after the newborn period include cerebral palsy, mental retardation, attention deficit hyperactivity disorder, visual and auditory analyzers, and speech disorders.

In most cases, the causes of neurological disorders in premature infants are periventricular leukomalacia, intraventricular hemorrhage, and hydrocephalus, which contribute to the development of cerebral palsy. The severity of possible neurological consequences and a high percentage of permanent disability in preterm infants determine the need to identify risk factors for the development of severe neurological pathology in perinatal hypoxic-ischemic central nervous system damage. Allocation of children to risk groups for the formation of cerebral palsy, hydrocephalus and epilepsy, determination of their prognosis will help to resolve the issue of a differentiated approach to the appointment of methods and timing of examination of infants with low gestational age and the development of therapy tactics in each case with an assessment of its effectiveness. According to the results of many studies, the effectiveness of therapeutic intervention can be assessed by the quality of life of such children, for which purpose the author's own methodology for assessing the quality of life of the examined children with neurological pathology was developed.

The purpose of the study is research and evaluation of the quality of life of preterm infants with perinatal hypoxic-ischemic central nervous system damage.

Materials and methods. The work was carried out at the clinic of the Ukrainian Research Institute of Prosthetics, Prosthetic Engineering and Rehabilitation and at the City Children's Neurosurgical Center. The study was retrospective and prospective. Children of early childhood and preschool age with perinatal hypoxic-ischemic central nervous system damage, born prematurely, were examined. The author's methodology was used to assess the quality of life of the examined children with neurological pathology. The developed methodology allows to determine the quality of life of a child with neurological pathology by evaluating a block of indicators characterizing various aspects of life and health of a child using the formula of normalization relative to one.

Results. According to the results of the quality of life of children of early childhood and preschool age with cerebral palsy, it can be noted that the quality of life of such patients with spastic diplegia ranged from low to optimal, and with hemiplegic form, on the contrary, was optimal. The diagnosis of double hemiplegia corresponded to an unsatisfactory quality of life.

Conclusions. The influence of perinatal hypoxic-ischemic central nervous system damage on the quality of life was determined, which was confirmed by a significant proportion of children with low and unsatisfactory quality of life.

DETERMINATION AND ANALYSIS OF ASSOCIATIONS OF MEDICAL AND ANAMNESTIC CHARACTERISTICS OF PATIENTS WITH RISKS OF DEVELOPING CHRONIC OBSTRUCTIVE PULMONARY DISEASE IN ISOLATED ARTERIAL HYPERTENSION

Volik M.S.

Kharkiv National Medical University, Kharkiv, Ukraine

Background. Arterial hypertension (AH), which, according to the WHO, has a mortality rate of up to 30%, is a leading cause of cardiovascular disease, with an incidence of more than 30% in our country, according to official sources. A particular danger is caused by the addition of diseases with bronchopulmonary pathology to cardiovascular pathology, which mutually condition and aggravate each other. One of these diseases is chronic obstructive pulmonary disease (COPD), which affects up to 6.36% of the population of Ukraine and is the most severe bronchopulmonary pathology due to persistent progressive restriction of airflow through the respiratory tract with the formation of pulmonary hypertension and chronic pulmonary heart disease. The most important factor in the development of COPD is tobacco smoking (active and passive) - up to 80% of cases, which is becoming increasingly popular among the population due to modernized electronic smoking devices. Therefore, it is quite relevant to determine the impact of medical and anamnestic factors (primarily smoking) on the development of COPD in isolated AH.

The purpose of the study is to determine the predictive capabilities of medical and anamnestic factors for determining the risk of developing COPD in isolated AH.

Materials and methods. The study was conducted at the Department of Propaedeutics of Internal Medicine, Nursing and Bioethics of KhNMU at the clinical base of the Municipal Clinical Hospital No. 13 of Kherson City Council (in the cardiology and pulmonology departments). The study was conducted to optimize the diagnosis of subclinical myocardial damage in patients with AH and concomitant COPD. The study was conducted in full compliance with existing international and national bioethical standards and rules for conducting clinical trials involving human subjects. All subjects were fully informed about their voluntary participation in the study and the confidentiality of the information received and had comprehensive written information about the main purpose and objectives of the study and its duration and nature with the appropriate personal signing of informed consent.

Determination and analysis of the associations of medical and anamnestic characteristics was performed with the establishment of reliable associations of these indicators with the possibility of developing COPD in AH using univariate and multivariate logistic regression analysis with the calculation of standardized β coefficients (odds ratios (OR) and their 95.0% confidence intervals (CI). Univariate analysis indicated significant associations of each characteristic with the comorbidity of AH and COPD separately, and multivariate analysis - all the defined characteristics simultaneously. Statistical calculations were performed using IBM SPSS 25.0 for Windows.

Results. When determining the associations of medical and anamnestic characteristics of patients with isolated AH with the risk of COPD, only smoking history was a significant predictor (OR=1.148 [95.0% CI 1.077-1.224], $p<0.001$), indicating an increased chance of developing COPD in isolated AH with each year of smoking (1.148-fold increase in odds).

Conclusions. The influence of smoking on the development of COPD in isolated AH was determined, with an increase in such chances with each year of smoking by 1.2 times.

ЩОДО ПОШИРЕНОСТІ КУРІННЯ СЕРЕД НАСЕЛЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОГО ВІКУ В ОДЕСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Бондаренко Д.А., Дорошенко Т.С., Панасюк Т.О., Максименко Ю.А.
Державна установа «Одеський обласний центр контролю та профілактики хвороб Міністерства охорони здоров'я України», м. Одеса

Куріння – шкідлива для здоров'я звичка. За даними ВООЗ останні роки у всьому світі спостерігається зниження рівня вживання тютюнових виробів (далі – ТВ). Однак з'являється багато альтернативних способів куріння, зокрема замінників тютюну (далі – ЗТ), які також не є безпечними для здоров'я.

Метою нашого дослідження було вивчення статистичних показників поширеності куріння серед населення працездатного віку в Одеській області.

Матеріали та методи. Дослідження проводилось з вересня 2023 року по грудень 2024 року шляхом анонімного онлайн-опитування за створеною Google-формою. Об'єктом дослідження були чоловіки та жінки працездатного віку, які проживають у Одеській області. Всього пройшли онлайн-опитування 75 чоловіків та 893 жінки, з них проживають в міській місцевості (далі – ММ) – 48 чоловіків та 453 жінки, в сільській місцевості (далі – СМ) – 27 чоловіків та 440 жінок.

Результати дослідження. Дослідження показало, що серед респондентів жінок достовірно більше тих, хто не курить, ніж серед респондентів чоловіків (чоловіки: 66,67±5,44%, жінки: 88,02±1,09%; $t=3,85$, $p<0,05$). Серед чоловіків достовірно більше курців ТВ ніж серед жінок (чоловіки: 29,33±5,26%, жінки: 8,73±0,94%; $t=3,86$, $p<0,05$). Курців ЗТ серед чоловіків та жінок приблизно однакова кількість (чоловіки: 2,67±1,86%, жінки: 2,35±0,51%; $t=0,16$, $p>0,05$). 1,33±1,32% чоловіків та 0,90±0,32% жінок на сьогоднішній день не курять, але мали досвід куріння ($t=0,32$, $p>0,05$).

Порівняння поширеності куріння серед чоловіків та жінок працездатного віку в залежності від типу населеного пункту (місто, село) виявило, що в СМ достовірно більше жінок, які не курять (ММ: 84,77±1,69%, СМ: 91,36±1,34%; $t=3,06$, $p<0,05$), в ММ, навпаки, більше жінок, які курять ТВ (ММ: 12,14±1,53%, СМ: 5,23±1,06%; $t=3,71$, $p<0,05$). Серед чоловіків, які проживають у СМ, не виявлено тих, хто курить ЗТ (ММ: 4,17±2,88%, СМ: 0,00±0,00%; $t=1,44$, $p>0,05$). 2,08±2,06% чоловіків працездатного віку, які проживають у ММ, мали досвід куріння, але вже не курять (в СМ таких не виявлено). 0,66±0,38% респонденток, які проживають у ММ та 1,14±0,51% респонденток, які проживають у СМ, мали досвід куріння, але зараз не курять ($t=0,75$, $p>0,05$).

Висновки. Таким чином, дослідження показало:

- серед респондентів жінок достовірно більше тих, хто не курить, ніж серед респондентів чоловіків;
- серед чоловіків достовірно більше курців ТВ ніж серед жінок;
- в СМ достовірно більше жінок, які не курять, в ММ, навпаки, більше жінок, які курять ТВ
- серед чоловіків, які проживають у СМ, не виявлено тих, хто курять ЗТ.

ЕРИТРОЦИТИ - МАРКЕРИ АДРЕНОРЕАКТИВНОСТІ ОРГАНІЗМУ

Боярчук О.Д.[1], Оганесян І.Г.[2], Старчікова І.Л.[2]

[1]ДЗ "Луганський національний університет імені Тараса Шевченко" кафедра анатомії, фізіології людини та тварин

[2]Навчально-науковий медичний інститут НТУ «Харківський політехнічний університет» кафедра клінічної лабораторної діагностики, вірусології та імунології

Плазматична мембрана еритроцита містить складний рецепторний апарат, важливим компонентом якого є адренорецептори, в тому числі α1-АР, α2-АР, β1-АР, β2-АР і β3-АР. Вважається, що адренореактивність еритроцитів залежить від співвідношення різних типів АР і відображає адренореактивність внутрішніх органів. Катехоламіни і адренергічні препарати, зв'язуючись з мембранними рецепторами еритроцитів, змінюють їх функціональний стан, який можна визначити за зміною агрегаційної здатності червоних клітин. Дослідження дозволяють вважати β-адренореактивність мембрани еритроцитів системним маркером адренореактивності організму в цілому. Це положення було використано як основа аналізу матеріалів, отриманих при вивченні адренореактивності у хворих з різною патологією. Так, досліджуючи адренореактивність організму у хворих на гіпертонічну хворобу, отримали дворазове, в порівнянні з нормою, підвищення значення β-АРМ. Стан адренорецепторного апарату клітин периферичної крові, що визначається за адренорецепцією мембрани клітини еритроцита, має суттєве прогностичне значення в розвитку гіпертрофії лівого шлуночка. Вивчивши показники β-АРМ у пацієнтів з порушеннями серцевого ритму дослідники зробили висновок, що висока активність симпатичної нервової системи може бути проаритмогенним фактором, що сприяє розвитку аритмій, що загрожують життю. У пацієнтів з інфарктом міокарда при низькій β-адренореактивності висока ймовірність розвитку ускладнень або рецидиву захворювання внаслідок підвищення чутливості адренорецепторів до катехоламінів. При нестабільній стенокардії низькі показники β-АРМ, навпаки, були сприятливим прогностичним критерієм, побічно вказуючи на роль інших механізмів, що виключають значення високої активності САС в розвитку такого варіанту стенокардії. Таким чином, адренореактивність еритроцитів є найважливішим показником, що характеризує реакцію клітин на вплив адреноактивних речовин. Відповідно адренореактивність еритроцитів відображає адренореактивність клітин внутрішніх органів. Саме тому сьогодні йде активний пошук способів оцінки адренореактивності еритроцитів. Зокрема, негативні явища активізації симпатико-адреналової системи, можуть виявлятися за допомогою методу оцінки адренореактивності організму, щодо впливу β-адреноблокаторів на осморезистентність еритроцитів і використовуватися як один з прогностичних критеріїв розвитку різних патологій. За даними ряду авторів, адреноміметики і адреноблокатори, зв'язуючись з β-адренорецепторами еритроцитів людини, змінюють агрегаційну здатність еритроцитів і ступінь гіпоосмотичного гемолізу. При гіперадренергічному стані і зниженні щільності розподілу β-адренорецепторів зв'язування їх з бета-блокаторами зменшується, знижуючи осморезистентність еритроцитів. При цьому мало вивченим залишається питання про вплив різної концентрації адреналіну і адреноблокаторів на ступінь осмотичної резистентності еритроцитів.

ЛАБОРАТОРНА ДІАГНОСТИКА ЗАХВОРЮВАНЬ ЩИТОПОДІБНОЇ ЗАЛОЗИ

Боярчук О.Д.[1], Оганесян І.Г.[2]

[1]ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка» кафедра анатомії, фізіології людини та тварин

[2]Навчально-науковий медичний інститут НТУ «Харківський політехнічний університет» кафедра клінічної лабораторної діагностики, вірусології та імунології

В останній час у зв'язку із розширенням практики профілактичних оглядів стало можливим обстеження великого контингенту умовно здорового населення. Аналіз на гормони щитоподібної залози при цьому є найчастішим видом лабораторного дослідження для оцінки стану здоров'я людини.

Об'єктом дослідження є щитоподібна залоза у чоловіків та жінок віком 20-50 років. Предмет дослідження – імуноферментний і хемілюмінесцентний методи діагностики щитоподібної залози. Дослідження проводилося в діагностичній лабораторії на автоматичному аналізаторі Cobas E-411(Roche, Швейцарія) із застосуванням електрохемілюмінесцентного методу вимірювання показників з використанням тест-систем Roche Diagnostics (Швейцарія) та імуноферментним методом за допомогою тест-систем Xema-Medica Co, вимірювання отриманих результатів проводили на полуавтоматичному аналізаторі LabAnalyt M201 за довжиною хвилі 450 нм. Предметом дослідження став біологічний матеріал, у вигляді сироватки крові пацієнтів даних лабораторій, використаний в імуноферментному та хемілюмінесцентному аналізі для визначення рівня тиреотропного та тиреоїдних гормонів. Доведено, що чутливість на аналізаторі Cobas E-411 Roche вказує на більш точні дані біля меж в нормі чи більше норми до таких гормонів як ТТГ, Т4віл., Т3віл. Показано також, що антитіла до пероксидази були більш виражені при використанні імуноферментного методу аналізу щитоподібної залози.

Виявлено, за допомогою кореляції Пірсона з використанням електро-хемілюмінесцентного методу взаємозв'язок з перемінними ТТГ і Т4віл., ТТГ і Т3віл., Т3віл. і Т4віл. та з використанням імуноферментного методу взаємозв'язок з перемінними АТ-Тро і ТТГ, що дало встановити види захворювань на щитоподібну залозу. Встановлено, що за результатами узагальнення проведених досліджень підтверджено захворювання щитоподібної залози. 47% людей страждають на аутоімунні захворювання, 8 % на гіпотиреоз, 4 % на гіпертиреоз, а в 41 % щитоподібна залоза знаходиться в нормальному стані. Одержані дані свідчать, що завдяки високій точності, експресності, чутливості, можливості автоматизації вимірювання, яка мінімізує появу помилок за рахунок виключення людського фактору й комп'ютерної обробки одержаних результатів хемілюмінесцентний метод вказує на більш точні дані біля меж в нормі чи більше норми до таких гормонів як ТТГ, Т4віл., Т3віл., які вкрай важливі для прийняття лікарем діагнозу хворого та подальшого лікування. Показано також, що антитіла до пероксидази були більш виражені при використанні імуноферментного методу аналізу щитоподібної залози.

Результати досліджень дозволяють заключити, що стан показників щитоподібної залози вкрай важливі для подальшого існування людини в цілому.

СИСТЕМА ВІДТВОРЕННЯ РУХОВОЇ АКТИВНОСТІ ЛЮДИНИ ТА ЗНЯТТЯ ФАНТОМНОГО БОЛЮ ВТРАЧЕНОЇ КІНЦІВКИ ПРИ РЕАБІЛІТАЦІЇ

Буняєва М.Б., Куліш С.М.
Національний аерокосмічний університет «Харківський авіаційний інститут» м. Харків

Запропоновано технологію нейростимуляції для створення сенсорного зворотного зв'язку у користувачів біонічних протезів нижніх кінцівок, а також систему відтворення рухової активності, яка включає сенсори сили, кута й контакту, сенсорний процесор, бездротовий модуль та імплантований стимулятор, з'єднаний з багатоканальною нервовою манжетою. Стимуляція виконується відповідно до заздалегідь заданих протоколів. Метод реалізації системи базується на трансформації даних із сенсорів протеза у керуючі імпульси для периферичної електростимуляції, що сприяє зменшенню фантомного болю.

Для реалізації інженерного методу та програмного засобу для модульованої стимуляції периферичних нервів на основі сенсорної інформації з протеза було розроблено алгоритм і програмне забезпечення GUI на Python/Tkinter з підтримкою COM-підключення, вибору протоколу, налаштування параметрів і ведення журналу сесій.

Для підтвердження дієвості методу відтворення рухової активності було проведено розрахунок порогового струму за формулою Лапіка-Хілла, який показує, що такий рівень струму забезпечує стійке збудження сенсорного нерва навіть на глибині 2–4 мм.

Запропонований підхід забезпечує ефективний сенсорний зворотний зв'язок та зменшення фантомного болю. Система є перспективною для адаптації у персоналізованих протезах.

Література:

1. Tan, D. W., Schiefer, M. A., Keith, M. W., Anderson, J. R., Tyler, J. (2015). A neural interface provides long-term stable natural touch perception. Science Translational Medicine.
2. Graczyk, E. L., Delhaye, B. P., Schiefer, M. A., Bensmaia, S. J., Tyler, D. J. (2021). Sensory adaptation to electrical stimulation of the somatosensory nerves. Journal of Neural Engineering, 18(4), 046082.

СУЧАСНІ МЕТОДИ РЕАБІЛІТАЦІЇ ХВОРИХ НА ПОСТТРАВМАТИЧНИЙ СТРЕСОВИЙ РОЗЛАД

Васильєва-Лінецька Л. Я.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В кінці XX століття діагноз "посттравматичний стресовий розлад"(ПТСР) зайняв одне з центральних місць в числі так званих нових прикордонних психічних розладів. Він розвивається у близько 25–30% осіб після подій катастрофічного характеру і значно погіршує їхнє життя.

У світовій медицині накопичено великий досвід реабілітації хворих з різними симптомами ПТСР. Найбільш вивчено призначення психотерапії. Науково доведеними при реабілітації дорослих на ПТСР є когнітивно-поведінкова психотерапія (1А) і психотерапія емоційних травм за допомогою руху очей (метод десенсибілізації за допомогою руху очей (ДДРО, англ. EMDR) (1В). За даними Національного інституту здоров'я і клінічної майстерності (Великобританія) ДПДГ у хворих на ПТСР працює приблизно на 20% швидше когнітивно-поведінкової терапії і менше турбує хворого.

Багато методів апаратної фізотерапії мають велику історію використання при ПТСР. Деякі з них є способами з доведеними з позицій доказової медицини механізмами корекції хворих на ПТСР. Так, з кінця 20-го століття психіатри успішно використовують ритмічну транскраніальну стимуляцію високоінтенсивним магнітним полем (МП) при лікуванні депресивних розладів. Сьогодні для проведення транскраніальної стимуляції розроблен мініатюрний бездротовий пристрій, який в ході малоінвазивної амбулаторної процедури поміщається в отвір в черепі і здійснює вплив МП в потрібних зонах мозку.

Встановлена також ефективність транскраніальної стимуляції постійним струмом дуже низької щільності. Спрямованість впливу мікрополяризації досягається за рахунок впливу мікрострумами (до 1 мА) за допомогою електродів малої площі (100-600мм2), розташованих на відповідних кіркових проекціях головного мозку. Мережевий мета-аналіз рандомізованих контрольованих досліджень показує ефективність мікрополяризації при ПТСР (2024).

Яскраве поліхромне видиме світло пригнічує секрецію мелатоніну і значно збільшує синтез серотоніну, що призводить до швидкого і значного поліпшення депресивних розладів з мінімумом побічних ефектів (I A).

Протокол, опублікований у Британському журналі спортивної медицини (2023 р.), є найповнішим на сьогодні. Він включає 97 систематичних оглядів, у яких представлені результати 1039 рандомізованих клінічних досліджень у 128 119 учасників. Його результати свідчать про те, що регулярні щоденні фізичні управи, що продовжуються протягом 12 тижнів, надзвичайно корисні для відновлення психічного здоров'я, особливо за наявності симптомів тривоги, депресії та стресу. При цьому вправи високої інтенсивності більш ефективні, ніж тривалі програми з низькоінтенсивним навантаженням.

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ МУЛЬТИДИСЦИПЛІНАРНИХ КОМАНД У РЕАБІЛІТАЦІЇ ХВОРИХ НА ОСТЕОПОРОЗ З ПОЗИЦІЙ ДОКАЗОВОЇ МЕДИЦИНИ

Васильєва-Лінецька Л. Я., Пєтухова І. С., Манойленко Н. Ю.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У 2021 р. у Європейському журналі фізичної та реабілітаційної медицини (ФРМ) був опублікований систематичний аналіз 34 клінічних настанов різних стран, виконаних за останні десять років, у яких представлена ефективність різних підходів до реабілітації хворих на остеопороз (ОП) (Osteoporosis guidelines from a rehabilitation perspective: systematic analysis and quality appraisal using AGREE II, 2021). При цьому автори вперше для оцінки якості реабілітації використовували оціночний інструмент аналізу APPRAISAL OF GUIDELINES FOR RESEARCH & EVALUATION II (AGREE II). Цей інструмент сьогодні обов'язковий для оцінки якості медикаментозної терапії і не застосовувався раніше для оцінки ефективності реабілітації.

Автори прийшли до висновку, що найбільш ефективну реабілітацію у хворих на ОП здійснює мультидисциплінарна команда ФРМ. Імплементація ФРМ в Україні здійснюється протягом останніх 10 років і сьогодні в країні вже працюють більше 2000 команд ФРМ.

В комплекс реабілітації насамперед включаються фізична терапія та ерготерапія, які позитивно впливають на основні патофізіологічні механізми остеопорозу. Так, у відповідь на механічне навантаження кістково-м'язової системи встановлено зниження апоптозу остеоцитів та активація функцій остеобластів, що підтримує і покращує кістковий матрикс за рахунок впливу на мінеральну щільність кісткової тканини та її трабекулярну архітектуру. Цей процес опосередковується механочутливими сигнальними системами (mTOR, Wnt/β-катенін) та другими мікросенсорами, такими як оксид азоту, простагландини, міокіни м'язового та кісткового походження та ін.

З метою зменшення болю у доказових дослідженнях встановлена ефективність електромагнітного випромінювання низькоінтенсивних лазерів і світлодіодів, високо інтенсивної лазерної терапії та магнітотерапії, сухоповітряної локальної кріотерапії. Посилення процесів ендогенної регенерації остеобластів визначає ефективність ударно-хвильової терапії при переломах, що довго не зростаються, у хворих на ОП. Вібротерапія (вібропояс "Osteoboost", розроблений за участю NASA) викликає значне підвищення щільності кісткової тканини при ОП. Молекулярна біофізична стимуляція (MBST) (магнітно-резонансна терапія) стимулює природну регенерацію тканин та значно покращує стан опорно-рухового апарату.

Сучасний досвід національної реабілітації свідчить про високу ефективність команд ФРМ у хворих на ОП та перспективність розвитку інноваційних технологій з використанням апаратної фізіотерапії.

ЗМІНИ КЛІНІКО-ЛАБОРАТОРНИХ ПОКАЗНИКІВ ПІДШЛУНКОВОЇ ЗАЛОЗИ ПРИ ГОСТРОМУ ПАНКРЕАТИТІ

Горбатюк О.М.[1], Фтемова Т.С.[1], Чайковський О.А.[2], Оганесян І.Г.[3]

[1]Відділ державного нагляду за дотриманням санітарного законодавства Кам'янець-Подільського районного управління ГУ Держпродслужби у Хмельницької області

[2]Кам'янець-Подільський районний відділ Державної установи «Хмельницький обласний центр контролю та профілактики хвороб МОЗ України»

[3]Навчально-науковий медичний інститут НТУ «Харківський політехнічний університет» кафедра клінічної лабораторної діагностики, вірусології та імунології

Патологія підшлункової залози є однією з найбільш актуальних проблем клінічної гастроентерології. Найбільш згубний вплив на морфологічну структуру підшлункової залози викликає хронічний стрес у вигляді хронічного запалення на тлі жиру, білкова і балонна клітинна дистрофія. Тривала гіперфункція підшлункової залози у відповідь на несприятливі фактори спричинює розвиток недосконалості променевої структури паренхіми, системний аутоліз, підвищення регенеративної активності. Крім того, тривале функціональне навантаження клітин підшлункової залози потенціює дистрофічні зміни в цитоплазмі та ядрах клітин, а це може додатково призвести до виснаження їх функцій.

Ці зміни в організмі спричиняють стрес-ефект, що призводить до гіперкатехоламінемії, що спричинює пошкодження мембранних клітин та активацію катаболічних процесів, а це певною мірою посилює пошкодження тканин. Ця активація симпатичної нервової системи викликає розлади мікроциркуляції. Реалізація цих механізмів ураження у хворих деструктивним панкреатитом запускає епігенетичні процеси програмування, що регулюють швидкість наростання дистрофії.

В уражених тканинах ділянках при серйозному стані активізуються апоптотичні клітини, більше знижує щільність капілярів, внаслідок змін диференціювання слизового епітелію та розвитку дисфункції ендотелію. Узагальнюючи механізми ураження тканин підшлункової залози у хворих з несприятливими зовнішніми факторами та на тлі хронічного запального стресу, можна зробити узагальнення, яке значною мірою визначається подібністю патогенетичного ланцюга ураження клітин підшлункової залози внаслідок несприятливих екзогенних шкідливих фактори. Незважаючи на різні першопричини патологічних деструктивних змін в органах, подальший перебіг патологічного процесу характеризується подібними механізмами, оскільки будь-який фактор, дія якого вимагає появи адаптаційних реакцій є стресовим фактором.

Реакція організму на стрес - це реакція, спричинена активацією катехоламінів АКТГ та глюкокортикоїдів надниркових залоз, системи ренін-ангіотензин-альдостерон та антидіуретичного гормону. Кінцевим механізмом гормонально-гуморального механізму регуляції є активація гіпофізарно-надниркової системи. Гіперфункція та активація біогенно-катехоламінового комплексу може на останньому етапі призвести до виснаження та порушення клітинного дихання та запуску поліорганної недостатності на тлі важкого деструктивного панкреатиту.

ВПЛИВ ВАКЦИН НА ІМУНОГЛОБУЛІНИ КЛАСУ G І М

Дзюба У. А.[1], Дзюба О.І.[1], Оганесян І.Г.[2]
[1]ТОВ «Меді Лаб Плюс», м. Хмельницький
[2]Навчально-науковий медичний інститут
НТУ «Харківський політехнічний університет»
кафедра клінічної лабораторної діагностики, вірусології та імунології

За даними світових Центрів з контролю та профілактики захворювань свідчать про те, що невакциновані від COVID-19 люди мають в 11 разів більший ризик померти від вірусу ніж вакциновані. А ризик захворіти у невакцинованих у 6 разів вищий у порівнянні з тими, хто отримав дві дози вакцини. За весь час пандемії в Україні вакцинувалося 27,4 млн населення.

Механізм формування імунної відповіді полягає у дії вакцини на організм імітуючи збудник інфекції «навчаючи» нашу імунну систему швидко та ефективно реагувати на нього. Спочатку виникають імуноглобуліни М, які потім замінюються на антитіла G. А при сформованій імунній відповіді, декілька ланок ланцюга первинної імунної відповіді виключаються. Наш організм вже не потребує «презентації» клітин з антигеном, при повторному попаданні вірусу через слизові оболонки організм швидко активує первинну ланку клітин. Ця первинна ланка бачить знайомий вірус та сигналізує В-лімфоцитам, які одразу ж виробляють високо специфічні глобуліни G, що здатні ефективно боротися з вірусом. Таким чином, навіть при великому вірусному навантаженні імунний процес запуститься швидко, відразу ж спрацюють імуноглобуліни G, і організм зможе ефективно протистояти вірусу. А якщо захворювання все ж таки розвиниться, воно буде протікати легко, без серйозних наслідків для здоров'я.

Серед лабораторних методів, використовуваних в цілях імуннодіагностики, особливе місце займають: методи, засновані на детектуванні клітин і молекул імунної системи за допомогою маркованих моноклональних антитіл; серологічний метод, цей метод також застосовується на основі взаємодії антиген-антитіло; молекулярно-генетичні методи; культурально-біологічні методи.

На першому етапі дослідження вивчаються показники імуноглобулінів класу G і М за два дні до першої дози вакцини. Згідно з одержаними даними виявлено, що рівень імуноглобулінів класу G вже після першої дози на 14-й день підвищується до середнього значення, це свідчить про вироблення організмом антитіл та дає нам розуміння рівня захисної імунної відповіді. В той же час як рівень імуноглобулінів класу М залишається практично незмінним та вказує нам на не інфікування вірусом. В результаті проведеного дослідження було виявлено, що на 14-й день після введення другої дози вакцини імуноглобуліни класу G досягли максимальної точки зростання, а динаміка імуноглобулінів класу М не змінювалася та знаходилися в межах норми.

Одержані експериментальні дані вказують на те, що після вакцинації від COVID-19 уже через місяць в організмі людини утворюються антитіла проти спайк-протеїну вірусу. Саме завдяки цьому антитіла можуть розпізнавати вірус і робити його видимим для імунних клітин. Таким чином, кількісне визначення імуноглобулінів класу G до спайкового білку показує рівень захисту нашого організму.

РОЛЬ ГЛОБУЛІНУ, ЩО ЗВ'ЯЗУЄ СТАТЕВІ СТЕРОЇДИ ПРИ АНОМАЛЬНИХ МАТКОВИХ КРОВОТЕЧАХ ПУБЕРТАТНОГО ПЕРІОДУ

Диннік О.О., Грищенко О.В., Струк Т.А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Одним із основних клінічних проявів патології пубертату є порушення менструальної функції. Найбільш частою формою порушень функції репродуктивної системи в пубертатному періоді є аномальні маткові кровотечі (АМК).

Метою роботи було вивчення особливостей вмісту глобуліну, що зв'язує статеві стероїди у хворих з аномальними матковими кровотечами в період пубертату при різній масі тіла.

Проведено комплексне клініко-лабораторне обстеження 142 дівчаток-підлітків 11-17 років із АМК, які були розподілені на три групи залежно від індексу маси тіла (ІМТ). Першу групу склали 72 хворих з фізіологічними показниками ІМТ, другу - 54 пацієнтки з надмірною масою тіла третю - 30 хворих з дефіцитом маси тіла. Усім пацієнткам визначали у сироватці крові загальний Т, Е2, інсулін (ІРІ), глобулін, що зв'язує статеві стероїди (ГЗСС). Розраховували індекс вільних андрогенів (ІВА).

Виявлено, що середній рівень ГЗСС у пацієнток І та ІІІ гр. не відрізнявся від контрольних, у хворих на ІІ гр. був достовірно нижчим, ніж у підлітків двох інших груп та контрольних значень. Найчастіше нормативні коливання ГЗСС реєструвалися серед пацієнток ІІІ гр. (63,6%), найрідше – у ІІ гр. (36,8%; %; $\rho 1,2 < 0,02$). У них достовірно частіше виявлявся знижений рівень ГЗСС (50 %; $\rho 1,2 < 0,04$). Враховуючи, що основну дію в організмі роблять вільні фракції андрогенів, ми розрахували індекс ІВА. З'ясувалося, що достовірне його підвищення спостерігається у пацієнток ІІ гр. У них значно частіше відзначалися андрогенні дермопатії (гіпертрихоз, гірсутизм, жирна себорея, acnae vulg, strii). Слід зазначити, що питома вага хворих на андрогензалежну дермопатію (АД) наростала зі збільшенням ІВА у пацієнток І та ІІ гр. При референтних значеннях ІВА різні прояви АД становили 14,1%, при значеннях ІВА вище 75 перцентилі різко зростали до 47,7%, а вище 90 перцентилі досягали 51,6%. Найбільш виражене збільшення частки пацієнток з АД при зростанні індексу ІВА відбувалися серед підлітків з надмірною масою тіла ($\rho < 0,001$). При дефіциті маси тіла така закономірність не простежувалася. Ступінь АД не завжди корелювала зі ступенем надлишку андрогенів.

Висновки.

1.Рівень глобуліну, що зв'язує статеві стероїди при аномальних маткових кровотечах пубертатного періоду, залежав від маси тіла, на якому сформувалася кровотеча. При надмірній масі тіла реєструвалося достовірне зниження цього глобуліну.

2. Незважаючи на те, що рівень загального Т у більшості пацієнток залишався в межах референтних значень, індекс вільних андрогенів лише у половині випадків відповідав нормативним показникам. У третини пацієнток І грн. та половини ІІ гр. його значення перевищували норму та асоціювалися з андрогенною дермопатією. У хворих ІІІ гр., навпаки, практично у третини ІВА було знижено.

ЛІКУВАЛЬНІ ТА ДІАГНОСТИЧНІ ТАКТИКИ ПРИ ТРАВМІ ПЕРЕДНЬОЇ ХРЕСТОПОДІБНОЇ ЗВ'ЯЗКИ

Дрокін А.В.

Харківський національний медичний університет, Харків, Україна

Передня хрестоподібна зв'язка (ПХЗ) – одна з двох хрестоподібних зв'язок, які сформовані з міцного волокнистого матеріалу, який забезпечує підтримку її надмірної рухливості. Основне функціональне призначення ПХЗ – виявляти зміни напрямку руху, положення колінного суглоба, а також зміни швидкості, прискорення та жорсткості.

ПХЗ контролює рухливість передньої великогомілкової кістки та обмежує надмірну ротацію великогомілкової кістки. ПХЗ складається з двох основних пучків: задньолатерального та передньомедіального. Обидва пучки починаються на задньо-медіальному боці латерального виростка стегнової кістки і закінчуються безпосередньо перед міжвиростковим виростком великогомілкової кістки. Задньолатеральний пучок має середню довжину 33 мм, тоді як передньомедіальний пучок – 18 мм. Помірна площа поперечного перерізу ПХЗ у чоловіків і жінок становить 36 і 47 мм^2 відповідно.

Багатьма дослідженнями підтверджується, що переважна більшість травм ПХЗ відбуваються разом з пошкодженням інших структур колінного суглоба, таких як суглобовий хрящ, меніск або інші зв'язки. За механізмом травми ПХЗ класифікуються наступним чином: прямі, непрямі та безконтактні (є найбільш поширеними і провокуються силами, що генеруються всередині тіла). Найбільш поширеним травмуючим механізмом що призводить до розриву ПХЗ при цьому, є механізм «відсікання і підсікання», тобто швидка зміна напрямку або швидкості при жорстко поставленій нозі. Травми ПХЗ також пов'язані з рухами з швидким уповільненням, такими як приземлення ураженої ноги для відсікання та зміни напрямку, приземлення після стрибка, повороту, скручування та прямого удару по передній частині великогомілкової кістки.

Задля діагностики пошкодження ПХЗ першочергово визначають скарги пацієнта, які в більшості випадків стосуються хрускоту, набряку, значного болю та нестабільності суглоба. Фізикальне обстеження для оцінки стану ПХЗ зазвичай використовується в рутинній практиці для оцінки стану колінного суглоба і є частиною діагностичного процесу. Застосовують передній тест Лахмана і тест з поворотом, які є найбільш відомими фізикальними тестами, що використовуються для оцінки цілісності ПХЗ. Фізикального огляду часто достатньо для постановки діагнозу, хоча для виключення інших причин та оцінки тяжкості травми можуть знадобитися додаткові обстеження. Для виключення перелому кісток може знадобитися рентген, МРТ.

Лікувальна тактика після отримання травми ПХЗ пов'язана зі зменшенням набряку за допомогою льоду, підйому та компресії. Остаточне лікування часто включає фізичну терапію або хірургічне втручання для відновлення рухливості та

збереження довготривалої функції колінного суглоба. Оскільки ушкодження ПХЗ характеризуються високим ступенем варіабельності, спосіб лікування повинен бути адаптований відповідно до таких факторів, як стать пацієнта, тяжкість ушкодження та прогнозований результат втручання.

Плани нехірургічного та хірургічного лікування відрізняються не лише з точки зору того, чи буде пацієнтам виконано реконструкцію ПХЗ, але й з точки зору реабілітації та рекомендацій щодо подальшої функціональної активності. Клініцистів часто просять проконсультувати пацієнтів щодо того, чи хірургічне або нехірургічне лікування є найкращим варіантом. Знання клінічного перебігу після обох варіантів лікування є критично важливим для прийняття рішень щодо лікування. Пацієнти, які обирають консервативне лікування, повинні проходити фізичну терапію для зміцнення м’язів навколо коліна, зокрема чотириголового м’яза стегна та підколінного м’яза.. Однак за відсутності хірургічного лікування коліно залишається нестабільним і вразливим до травм. У прооперованих пацієнтів була більша ймовірність повторної травми колінного суглоба і гарної функціональної активності. З іншого боку, пацієнти, які не отримували хірургічного лікування, досить часто в подальшому мають дефіцит сили розгиначів, згиначів і зниження функціональної активності колінного суглоба та його повторну травму.

Висновки. Таким чином, ПХЗ колінного суглоба – одна з найчастіше пошкоджуваних зв’язок. Незважаючи на те, що травми ПХЗ проявляються значно широким спектром симптомів, лікування повинно бути модифікованим відповідно до статі пацієнта, тяжкості травми та профілю довготривалого відновлення пацієнта. При розриві ПХЗ хірургічне відновлення не є єдиним варіантом лікування, його необхідно доповнювати консервативним підходом, що складається з відповідного реабілітаційного втручання Основна мета хірургічного втручання – підвищити стабільність колінного суглоба, яку можна покращити за допомогою відповідної нервово-м’язової терапії.

КЛІНІКО-ЛАБОРАТОРНІ МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ГЛІКОЗИЛЬОВАНОГО ГЕМОГЛОБІНУ

Дьоркін А.В.[1], Оганесян І.Г.[2], Старчікова І.Л.[2], Колоколова О.Б.[2]
[1]БКДЛ КНП «Обласна клінічна лікарня» м. Харків
[2]Навчально-науковий медичний інститут
НТУ «Харківський політехнічний університет»
кафедра клінічної лабораторної діагностики, вірусології та імунології

Вимірювання рівня глікозильованого гемоглобіну (HbA1c) є золотим стандартом для оцінки тривалого глікемічного контролю в осіб із цукровим діабетом. На HbA1c не впливають короткочасні коливання концентрації глюкози в крові, наприклад, через їжу, кров можна взяти для тестування на HbA1c незалежно від того, коли була з'їдена їжа.

Інструментальні аналітичні методи повинні бути зосереджені на визначенні стандартного гемоглобіну та HbA1c. Меті аналізу служать фізичні та хімічні відмінності між двома молекулами. Молекула HbA1c відрізняється розміром від інших компонентів і на ній присутній хімічний заряд, величина якого відрізняється від зарядів на різних компонентах гемоглобіну.

Взаємодія з антитілами створює можливість розрізняти обидва типи гемоглобіну за допомогою імунологічного аналізу, різні фізичні властивості поверхні молекули дозволяють виділяти та визначати за допомогою хроматографії, а також різні маси молекул та їх фрагментів є передумовою мас-спектрометрії. На даний час у клінічній практиці поширені різні хроматографічні методи, спектрометричні методи та їх поєднання. Високоефективна рідинна хроматографія, катіонообмінна, рідинна хроматографія, тандемна, матрична лазерна десорбція, капілярний електрофорез і тандемний електрофорез капілярної зони MS всі ці тести придатні для розрізнення типів гемоглобіну. Імунохімічні методи, такі як преципітаційно-турбідиметричний метод, флуорометричний імуноаналіз і твердофазний імуноферментний аналіз також підходять для вимірювання HbA1c.

Вищезазначені інструментальні аналізи забезпечують надійні дані про HbA1c відповідно до неглікірованого гемоглобіну.

Хоча аналітичні властивості описаних методів достатньо добрі, щоб охопити очікувані діапазони HbA1c порівняно з неглікованим гемоглобіном, вони не підходять для роботи поза обладнаними лабораторіями, оскільки для їх використання потрібен навчений лабораторний персонал та дороговартисне обладнання. Окрім інструментальних аналізів, немає жодного аналізу повністю придатного для тестування на місці надання медичної допомоги, незважаючи на те, що такі методи дуже бажані й можуть підвищити ефективність лікування хворих на цукровий діабет. Незважаючи на обмежений потенціал застосування для тестування на місці надання медичної допомоги, краща доступність інструментальних аналізів може бути актуальною для невеликих лабораторій, мобільних госпіталів тощо. Тим не менш, очікується, що майбутні дослідження вивчатимуть обидва напрямки: стандартні інструментальні аналізи та аналізи на місці надання медичної допомоги тести.

ОГЛЯД ОСНОВНИХ АСПЕКТІВ РЕМОДЕЛЮВАННЯ ПОЗАКЛІТИННОГО МАТРИКСУ ПУХЛИН

Єфімчук А.О., Сичик М.М.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м.Київ

Позаклітинний матрикс (ПКМ) є ключовим компонентом мікрооточення пухлини, який активно впливає на її ріст, інвазію, метастазування та стійкість до лікування. У пухлинному середовищі ПКМ зазнає вагомих змін – його склад, організація та фізичні властивості змінюються під впливом пухлинних клітин та асоційованих стромальних елементів. Це ремоделювання включає посилену секрецію структурних білків (зокрема колагену, фібронектину, ламініну), зміну просторової організації волокон, накопичення гіалуронової кислоти та активну деградацію матриксу за участі ферментів.

Пухлинні клітини не лише самостійно синтезують компоненти ПКМ, але й впливають на навколишні клітини, зокрема на пухлиноасоційовані фібробласти, стимулюючи їх до активної перебудови мікрооточення. Важливу роль у цьому процесі відіграють матриксні металопротеїнази (MMR), що сприяють деградації білкових структур, а також лізілоксидази (LOX), які підвищують жорсткість ПКМ. Зміни фізико-хімічних властивостей матриксу, зокрема його щільності, можуть суттєво обмежувати дифузію терапевтичних агентів, знижуючи ефективність хіміо-, радіо- та імунотерапії [1].

Ремоделювання позаклітинного матриксу сприяє не лише локальному поширенню пухлини, але й формуванню так званих метастатичних ніш – спеціалізованих мікросередовищ у віддалених тканинах, які забезпечують сприятливі умови для закріплення та виживання циркулюючих пухлинних клітин.

Поглиблення знань про ці механізми відкриває нові горизонти для розробки терапевтичних підходів, зокрема спрямованих на нормалізацію ПКМ шляхом інгібування активних ферментів або модифікації його складу й структури, що, у свою чергу, може покращити проникнення лікарських засобів і посилити ефективність протипухлинної імунної відповіді [2].

Отже, ремоделювання ПКМ варто розглядати не лише як побічний ефект росту пухлини, а як один із ключових механізмів її агресивної поведінки, прогресування та стійкості до лікування. Вивчення цих процесів має фундаментальне значення для створення інноваційних методів лікування, здатних цілеспрямовано впливати як на пухлинні клітини, так і на їхнє мікрооточення, забезпечуючи більш ефективну та персоналізовану терапію.

Література:

1. Tumor extracellular matrix remodeling: new perspectives as a circulating tool in the diagnosis and prognosis of solid tumors / M. Giussani та ін. Cells. 2019. Т. 8, № 2. С. 81. URL: https://doi.org/10.3390/cells8020081 (дата звернення: 20.04.2025).

2. Prakash J., Shaked Y. The interplay between extracellular matrix remodeling and cancer therapeutics. Cancer discovery. 2024. Т. 14, № 8. С. 1375–1388. URL: https://doi.org/10.1158/2159-8290.cd-24-0002 (дата звернення: 20.04.2025).

СУЧАСНІ ВИМОГИ ДО ПРОЦЕСУ ВИКЛАДАННЯ ФІЗІОТЕРАПЕВТИЧНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЙНОЇ МЕДИЦИНИ В СКЛАДНИХ УМОВАХ ВІЙСЬКОВОГО СЬОГОДЕННЯ В УКРАЇНІ

Зінченко О.К., Васильєва О.О., Петухова І.С.
Навчально-науковий Медичний інститут Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»

Сьогоденні реалії України, яка потерпає від військової агресії, викликають появу великої кількості постраждалих від бойових та психологічних травм, як серед військових, так і мирного населення, і ставлять нові вимоги як до лікарів, так і до викладачів фізичної реабілітаційної медицини (ФРМ). Тому необхідно розробляти та впроваджувати нові форми викладання, нові теми лекцій та майстер-класів у складі циклів з ФРМ та тематичного удосконалення з урахуванням цих проблем. Викладання матеріалу з ФРМ на нашій кафедрі проводиться зараз дистанційно на сучасних інтернет-платформах (план проведення циклів спеціалізації та тематичних курсів удосконалення постійно оновлюється, також надається можливість запропонувати нову тематику та позачергові курси при потребі практичної ланки), щоб створити безпечні умови для навчання та забезпечити високий професійний рівень слухачів [1,2]. Оптимізацію викладацького процесу з ФРМ з урахуванням вимог сьогодення можливо розподілити на декілька етапів:

1 етап – удосконалення самого дистанційного процесу навчання за допомогою опанування сучасних методик викладання з залученням програм візуалізації та штучного інтелекту, постійне професійне удосконалення самих викладачів;

2 етап – фундаментальні дослідження на актуальні теми та внесення їх до педагогічного процесу (наприклад): ефективність ФРМ в комплексному лікуванні та відновленні постраждалих військових та тимчасово переміщених осіб (з після травматичною патологією, з судинною патологією та інше). Деякі питання вже освітлюються в сучасних лекціях;

3 етап – надати у лекціях/майстер-класах матеріал для прикладного напрямку застосування заходів ФРМ в комплексному лікуванні різних категорій хворих, постраждалих внаслідок бойових дій на амбулаторних етапах, в польових умовах, в умовах денного стаціонару, в умовах санаторіїв та на он-лайн консультаціях. Запланувати актуальні теми в дисертаційних роботах, наукових статтях, методичних рекомендаціях, патентах. Також необхідно покращити умови праці та оплати самих викладачів за наукові досягнення, за професійне удосконалення та працю в умовах військового сьогодення.

Основним завданням навчання слухачів з медичної реабілітації в складних умовах сьогодення – є підготовка висококваліфікованого фахівця, формування в нього різносторонніх теоретичних та практичних навичок для вміння самостійно розробляти індивідуальні плани реабілітації хворих при різноманітних патологіях, в тому числі,

внаслідок бойових дій, при втратах та інвалідності, планувати програму роботи з родичами та соціалізації потерпілого для покращання якості його життя.

Література:

1.Зінченко О.К. та інш. Новітні підходи викладання фізичної реабілітаційної медицини у сучасний період/ О.К.Зінченко, С.Б. Пеев, С.В. Шаповалов, І.С. Петухова, О.О.Васильєва// Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXXII міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2024, 22-25 травня 2024 р. / за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків: НТУ «ХПІ». -С.964-965.

2. Зінченко О.К. та інші. Сучасні можливості фізичної реабілітаційної медицини як складової комплексної здоров'язберігаючої технології для вирішення проблем зі здоров'ям здобувачів освіти при дистанційному навчанні/ О.К. Зінченко, І.С. Петухова, О.О. Васильєва// Актуальні питання сучасної медицини та фармації: тези доп. І міжнародної науково-практичної конференції,19–20.09. 2024 р./за ред. проф. Пономарьова В.І. Харків: НТУ «ХПІ».С.212-216.

ЦИФРОВА ВТЕЧА ЯК ПСИХОЛОГІЧНИЙ ФЕНОМЕН У ПІДЛІТКОВОМУ ВІЦІ

Караваєва А.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В роботі розглянуто питання цифрової втечі,як психологічного феномену, що виникає у підлітковому віці, який є критичним етапом становлення особистості. Саме на цьому етапі формується ідентичність та соціальні зв'язки, що визначають поведінку молоді. В умовах сучасної цифровізації підлітки часто обирають втечу від реальності через занурення у віртуальне середовище, що виявляється у феномені цифрової втечі.

Мета дослідження – проаналізувати психологічні чинники, що сприяють виникненню цифрової втечі у підлітковому віці, а також обґрунтувати стратегії, спрямовані на подолання цього явища.

Цифрову втечу розглядають як форму психологічного захисту від емоційної напруги й фрустрації. Згідно з теорією самодетермінації Р. Раяна та Е. Дечі, незадоволені базові потреби – в автономії, компетентності та пов'язаності – спонукають підлітків шукати компенсацію у цифровому просторі [1]. Л.І. Божович вказувала на зв'язок між незадоволеними потребами у визнанні та схильністю до втечі у вигадані світи [2].

Основні чинники цифрової втечі: емоційна фрустрація, потреба в ідентичності, контроль над середовищем, соціальне порівняння. Залежність від цифрового схвалення (лайки, коментарі) сприяє формуванню нестійкої самооцінки [5].

Наслідки: соціальна ізоляція, порушення комунікативних навичок, зниження мотивації до навчання, проблеми зі сном [3; 4].

Ефективні стратегії подолання включають:

– просвітницьку роботу з батьками;

– шкільну психологічну підтримку;

– індивідуальне консультування;

– стимулювання участі у творчих і соціальних активностях.

Цифрова втеча – не просто звичка, а індикатор емоційного стану підлітка. Профілактика має бути комплексною, із залученням школи, родини та громади.

Література:

1. Раян Р., Дечі Е. Теорія самодетермінації і мотивація особистості. Київ: Психологічна думка, 2020. 274 с.

2. Божович Л.І. Особистість і її формування в дитячому віці. Київ: Академвидав, 2008. 312 с.

3. Бондаренко О.М., Мосолова В.В. Інтернет-залежність у підлітків: причини, прояви, корекція // Психологія і сучасність. 2021. №2(8). С. 68–74.

4. Журавльова С.М. Віртуальні «я-образи» підлітків: досвід соціально-психологічного дослідження // Психологія особистості. 2022. №1. С. 116–122.

5. Іванова О.А. Психологічна профілактика цифрової залежності у підлітків. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2019. 132 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ІМУННОЇ ВІДПОВІДІ У ХВОРИХ З ХРОНІЧНИМИ ГНІЙНО-ЗАПАЛЬНИМИ ІНФЕКЦІЯМИ, РЕФРАКТЕРНИМИ ДО ЛІКУВАННЯ АНТИБАКТЕРІАЛЬНИМИ ПРЕПАРАТАМИ

Кучма І.Ю.[1,2], Мінухін В.В.[1,2], Большакова Г.М.[1,2], Частій Т.В.[1], Голубка О.В.[1], Шевченко Ю.В.[1]

[1]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» м. Харків

[2]ДУ «Інститут мікробіології та імунології ім. І.І. Мечникова», м. Харків,*

Первинні імунодефіцити – спадкові стани, які зазвичай проявляються одразу після народження,однак менш виражені генетичні дефекти імунної відповіді (первинні мінорні імунодефіцити (ПМІ)) можуть мати латентний перебіг та клінічно дебютувати в будь-якому віці. ПМІ характеризуються варіабельністю клінічного перебігу; маніфестують у вигляді інфекційної, автоімунної, алергійної та пухлинної патології. До ПМІ відносять: сімейну доброякісну та циклічну нейтропенію, **д**ефіцит мієлопероксидази, еозинофільної пероксидази, молекул CD64 та CD16, природних кілерів, комплементу, **інтерферонів;** ідіопатичну CD4+-Т-клітинну лімфопенію, дефіцит та гіперпродукцію імуноглобулінів. У випадках ПМІ виявлення порушеної ланки імунної відповіді необхідне для адекватного лікування.

Мета: дослідження імунних показників у хворих з хронічними гнійно-запальними інфекціями, рефрактерними до лікування антибактеріальними препаратами (АБП), з метою виявлення імунодефіцитних станів.

Матеріали і методи: з січня 2023 р. по січень 2025 р. досліджено 118 дорослих хворих з хронічними гнійно-запальними інфекціями шкіри (бешиха, фурункульоз, фолікуліт, інфекційна екзема, трофічні виразки), дихальних шляхів та вух (тонзилофарингіт, бронхіт, ХОЗЛ, отит), сечостатевих шляхів (цистит, пієлонефрит, вульвовагінальний кандидоз, вагініт). Проводили мікробіологічне дослідження матеріалу (з ран, дренажів, висипів на шкірі, слизу з зіву та носу, мокроти, сечі, матеріалу з піхви, уретри, крові) з визначенням чутливості до АБП та синергійності дії АБП; клінічний аналіз крові, визначення популяцій лімфоцитів (CD3+, CD3+CD4+, CD3+CD8+, CD19+), (CD3-CD16+CD56+) (проточна цитофлуорометрія), комплементу (CH50), СРБ, фагоцитарної активності лейкоцитів (DHR-тест), концентрації сироваткових IgM, IgG, IgA (турбідіметричний метод).

Результати дослідження та їх обговорення: у хворих виділені умовно-патогенні мікроорганізми (*Staphylococcus spp., Streptococcus spp., Enterococcus spp.,*представники *Enterobacterales, P.aeruginosa, A.baumanii, B.sepacia, Candida spp.)*. У 31 хворого (26%) не визначалося значущих відхилень у клінічному аналізі крові та імунограмі; у 68 хворих (58%) показники імунної відповіді розцінені як

адекватні, що сприяли запаленню та знищенню збудника (нейтрофільний лейкоцитоз, лімфоцитоз, збільшення CD3+CD4+, імунорегуляторного індексу (IPI), комплементу, СРБ, фагоцитарної активності, концентрації IgM, IgG, IgA). Після лікування цих груп пацієнтів відповідно чутливості та синергійності з використанням раціонального дозування та комбінацій АБП у 82 хворих (83%) визначали вилікованність чи ремісію захворювання. У 19 хворих (16%) визначалися різноманітні порушення в імунограмі – відносна та абсолютна нейтропенія та лімфопенія, зменшення CD3+CD4+, зменшення/збільшення CD3+CD8+ та CD3-CD16+CD56+, зниження/збільшення IPI, фагоцитарної активності, дисбаланс рівней IgM, IgG, IgA (без значних відхилень від референтних значень). Цим хворим сумісно з терапією АБП призначався вітчизняний імуностимулятор Трилумін (комплекс низькомолекулярних біологічно активних сполук *B.subtilis*). У більшості хворих цієї групи 14 (74%) після лікування була визначена ремісія інфекційного захворювання.

Висновки: первинні мінорні імунодефіцити можуть проявитися у дорослих. ПТСР призвів до дебюту ЗВІД у хворої, що проявилося схильністю до інфекційної та автоімунної патології. Виявлення ЗВІД та імуноглобулінотерапія значно покращило стан хворої, сприяло санації хронічних вогнищ інфекції.

ЕНТРОПІЯ ТА БІОЛОГІЧНЕ СТАРІННЯ: ФІЗИКО-БІОЛОГІЧНИЙ ПІДХІД ДО АНАЛІЗУ ДЕГРАДАЦІЇ СИСТЕМИ

Ліпартія Д. Н., Сичик М. М.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

Біологічне старіння, або сенесценція – це поступове погіршення функцій організму, що підвищує його вразливість до хвороб і зрештою призводить до смерті. На відміну від хронологічного віку, біологічний відображає реальний стан організму, визначений генетичними, метаболічними й екологічними чинниками. Старіння – не просто результат плину часу, а складний багатофакторний процес [1].

Організми як відкриті термодинамічні системи підтримують впорядкованість за рахунок обміну енергією з довкіллям. Однак другий закон термодинаміки передбачає неминуче зростання ентропії – невпорядкованості. З віком ефективність механізмів, що протидіють цьому, знижується, що веде до структурної й функціональної деградації. [2]

Ентропія в біології описує втрату енергетичного та структурного порядку, тому старіння можна розглядати як зростання безладу в системі. У складних біосистемах навіть незначні молекулярні зрушення можуть мати масштабні наслідки. [3]

На молекулярному рівні старіння проявляється в накопиченні ушкоджень ДНК, білків і ліпідів, окислювальному стресі та зниженні ефективності відновлення. Активні форми кисню пошкоджують клітинні структури, а зниження здатності до самовідновлення сприяє розвитку вікових хвороб.

Зміни охоплюють усі рівні: клітини деформуються, порушується компартменталізація, спостерігаються епігенетичні зсуви (наприклад, хаотичне метилювання ДНК). Тканини втрачають еластичність і архітектуру, що веде до функціонального занепаду.

Ключові процеси – синтез білків, репарація, аутофагія, регенерація – з віком сповільнюються. Стовбурові клітини втрачають здатність до оновлення, мітохондріальний енергетичний обмін слабшає, спричиняючи зростання ентропії в клітинах.

Отже, старіння – це втрата балансу між впорядкованістю та енергетичним розсіюванням. Ентропія є не лише наслідком, а й рушієм деградації. Цей підхід, підтверджений епігенетичними та термодинамічними дослідженнями, відкриває перспективи для уповільнення старіння шляхом стримування ентропійних змін.

Література:

1. Mathur A., Taurin S., Alshammary S. New insights into methods to measure biological age: a literature review. *Frontiers in Aging*. 2024. Т. 5.

2. Popovic M. Thermodynamic mechanism of life and aging. arXiv.org.

3. Yi-Fang Chang. Entropy change in biological thermodynamics. International journal of research studies in biosciences (IJRSB). 2018. Т. 6, № 6. С. 5–12.

ОСНОВНІ НАПРЯМИ РЕАЛІЗАЦІЇ КАДРОВОЇ ПОЛІТИКИ В СФЕРІ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ

Лунякін В.О.[1], Оганесян І.Г.[2], Грубник М.І.[2]

[1]КНП «Старобільський Центр первинної медико-санітарної допомоги» Старобільської міської ради Луганської області

[2]Навчально-науковий медичний інститут НТУ «Харківський політехнічний університет» кафедра клінічної лабораторної діагностики, вірусології та імунології

Реалізація кадрової політики у сфері охорони здоров'я є надзвичайно важливим питання. Можна умовно виділити основні напрями реалізації: забезпечення якісної підготовки медичних кадрів; утримання кадрів та мотивація; оптимізація кадрового менеджменту; інновації та цифровізація; міжнародне співробітництво. Сучасні виклики, висувають чимало актуальних питань, серед яких формування ефективного кадрового потенціалу, створення дієздатної, конструктивної державної служби, що може забезпечити вирішення національних завдань і стати ефективним організаційно-правовим управлінським інструментом проведення кадрової політики.

Фундаментальним і невід'ємним правом громадян у будь-якому вільному і демократичному суспільстві, є їхнє право встановлювати мету і завдання системи охорони здоров'я. Міжнародним співтовариством вже давно визнано, що цей шлях обов'язково приведе до підвищення довіри суспільства до системи охорони здоров'я та медиків. Передача повноважень лікарському самоврядуванню дозволить відродити представницьку демократію в такому важливому соціальному секторі, як охорона здоров'я. Намагаючись побудувати нову національну систему охорони здоров'я необхідно усвідомлювати і можливість спротиву тих, чиї інтереси найбільше зачіпають пропоновані зміни. Лікарське товариство має відігравати провідну роль у системі громадського контролю охорони здоров'я, виконуючи при цьому освітню і юридичну функції. Виступаючи на захист лікарів і пацієнтів, товариство могло б взяти участь у встановленні стандартів в галузі медичної освіти, медичної практики і лікарської етики, а також сприяти підвищенню професійного рівня медичних працівників. Основними обов'язками товариства могли б стати забезпечення підготовки необхідної кількості кваліфікованих лікарів, підтримка високого рівня професійних знань, нагородження медичних працівників за особливі заслуги, допомога в здійсненні перепідготовки медичних кадрів, виконання регуляторних функцій.

Запровадження інституції лікарського самоврядування дозволить значно скоротити тіньовий обіг коштів у охороні здоров'я, позбавить пацієнтів від послуг псевдомедичних організацій, забезпечить контроль за медичною рекламою, створить умови для прагнення з боку лікаря і медичної установи надавати якісну медичну допомогу, дасть практичне обґрунтування доцільності функціонування тих або інших установ охорони здоров'я, визначить потребу в лікарях різних спеціальностей, дозволить сформувати ефективну систему страхування професійної відповідальності лікарів і медичного страхування громадян, успішно вирішувати інші важливі медико-соціальні проблеми.

СУЧАСНА ДІАГНОСТИКА ТОРАКОАБДОМІНАЛЬНИХ ВОГНЕПАЛЬНИХ ПОРАНЕНЬ НА ЕТАПІ СПЕЦІАЛІЗОВАНОЇ ХІРУРГІЧНОЇ ДОПОМОГИ

Мінухін Д.В.[1], Євтушенко Д.О.[1], Кріцак В.В.[2], Ткаченко В.В.[2], Серенян А.А.[1], Корж П.І.[2], Мінухін Б.Д. [1], Семененко Я.В.[1]

[1]*Харківський національний медичний університет м. Харків*

[2]*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» м. Харків*

Актуальність. Торакоабдомінальні поранення (ТАП) можуть складати від 4,3 до 5,4% випадків у структурі проникних поранень. Летальність при ТАП висока та коливається у межах 26,5–32%. Основною причиною смерті є крововтрата та шок (у 70% постраждалих). Основним завданням діагностичних заходів є встановлення наявності ТАП та найшвидше виявлення ушкоджень, що загрожують життю. Повному обсягу діагностиці перешкоджають тяжкий стан поранених та обмеженість часових термінів. На тлі цих чинників відмічається велика кількість діагностичних помилок (24–70%). У підвищенні якості обстеження особливе значення набувають додаткові методи дослідження, такі як неінвазивне ультразвукове дослідження (УЗД) та комп'ютерна томографія (КТ). Ці методи мають високу чутливість і специфічність.

Мета роботи. Визначити послідовність та обсяг додаткових методів дослідження у постраждалих на ТАП на етапі спеціалізованої хірургічної допомоги.

Метеріали та методи. Проведено ретроспективний аналіз 48 постраждалих (військовослужбовців ЗСУ та НГУ) з ТАП, що знаходились на лікуванні у клініці ДУ «ІЗНХ ім. В.Т.Зайцева НАМНУ» з 2014 по 2024 роки. На етапі надходження застосовували метод УЗД за FAST-протоколом для виявлення маркерів ушкоджень внутрішніх органів у грудній та черевній порожнині. Після стабілізації стану діагностичний пошук доповнювали КТ органів грудної клітки (ОГК) та черевної порожнини (ОЧП).

Результати та обговорення. Під час пошуку абдомінального компонента травми усім хворим нами застосовано УЗД за FAST-протоколом. Чутливість методу у тяжких тяжких поранених становила 92,6 %. У разі негативного результату першого УЗД та відсутності вогнепальної рани на черевній стінці постраждалим зі стабільною гемодинамікою проводили КТ ОЧП та ОГК. При такій діагностичній тактиці вдалося виявити недіагностоване раніше пошкодження ОЧП у 5 (10,4%) поранених, стан яких при поступленні розцінювали як нетяжкий. У 6 (12,5 %) постраждалих з субкомпенсованою гемодинамікою при отриманні сумнівних результатів УЗД в умовах операційної виконували лапароцентез з діагностичним перитоніальним лаважем та/ або ПХО вогнепальної рани передньої черевної стінки з встановленням проникаючого характеру поранення.

Для діагностики торакального компонента поранення першим етапом використовували УЗД за FAST-протоколом. При наявності внутрішньо-плевральних ускладнень виконували торакоцентез (45 (93,6 %) випадків), 4(8,32%) постраждалим протягом 2-4 годин було виконано ургентну торакотомію. Чутливість УЗД становила 94,1% щодо виявлення пневмотораксу та 98,5% щодо виявлення гемотораксу. Після надання термінової допомоги та стабілізації стану бійців виконувалась КТ ОГК, що дало змогу чітко встановити об'єм ушкодження легень, середостіння, судин. Чутливість КТ становила 97,2%.

За результатами клінічного та інструментального обстеження ОГК та ОЧП було допущено 3 (6,2 %) діагностичних помилок.

Усіх постраждалих було ліковано оперативно: у 14 (29,1%) поранених були застосовані мініінвазивні втручання (лапаро- та торакоскопічні), у 34 (70,9 %) виконували традиційні втручання з лапаротомного/торакотомного доступів.

Висновки. Застосування УЗД за FAST-протоколом та КТ ОГК/ОЧП являються достатньо швидкими та неінвазивними методами діагностики у постраждалих з ТАП. Дані методи мають високу чутливість та дозволяють значно знизити рівень діагностичних помилок.

ОСОБЛИВОСТІ ІМУННОГО СТАТУСУ ХВОРИХ НА ЦУКРОВИЙ ДІАБЕТ 1 ТИПУ

Оганесян І.Г., Старчікова І.Л., Колоколова О.Б., Грубник М.І., Іванова Т.М.
Навчально-науковий медичний інститут НТУ «Харківський політехнічний університет» кафедра клінічної лабораторної діагностики та імунології

Цукровий діабет 1 типу є багатофакторним полігенним захворюванням, що призводить до розвитку абсолютного дефіциту інсуліну, порушення вуглеводного та інших видів обміну речовин. За умови ЦД 1 типу розвивається класична трійка клінічних симптомів - полідипсія, поліфагія та поліурія. Найчастіше захворювання діагностують у дітей та підлітків, які зазвичай демонструють вищезгадану комбінацію симптомів і виражену гіперглікемію, що вимагає довічної терапії інсуліном. При ЦД 1 типу руйнування β-клітин має автоімунну природу і зачіпає обидві ланки імунної системи - гуморальну і клітинну відповідь, а також супроводжується порушенням регуляції балансу Т-хелперів 1 типу і Т-хелперів 2 типу за типом взаємовідносин контррегуляції. Відповідно до існуючих теорій за умови ЦД 1 типу переважає активність Thl, внаслідок чого у розвитку аутоіммунного процесу провідне місце займають прозапальні цитокіни, цитотоксичні ферменти і інші сполуки, зокрема вільні радикали (оксид азоту, кисень), що продукуються Т-лімфоцитами. Останнє й спричинює руйнування β-клітин підшлункової залози.

Клінічні спостереження доводять, що від 70% до 90% людей із ЦД 1 типу при діагностиці мають ознаки імуноопосередкованого процесу – наявність антитіл до антигенів β-клітин: автоантитіла до інсуліну, до глутаматдекарбоксилази, тирозинфосфатаза-подібного білка, до цитоплазматичних антигенів острівцевих клітин та до транспортерів цинку. Встановлено асоціацію захворювання з генами головного комплексу гістосумісності.

Хворі на цукровий діабет можуть мати ряд особливостей у своєму імунному статусі: аутоімунні реакції- у випадку 1типу цукрового діабету власна імунна система атакує та руйнує бета-клітини підшлункової залози, відповідальні за продукцію інсуліну. Це є результатом аутоімунних реакцій, коли імунна система помиляється і нападає на власні клітини. Збільшений ризик інфекцій - люди з цукровим діабетом можуть бути схильнішими до інфекцій через порушення функції імунної системи, що може призвести до підвищення частоти та тяжкості інфекцій. Запальні процеси -хронічний запальний стан може бути характерним для багатьох людей із цукровим діабетом. Запалення може бути наслідком порушення метаболізму цукру, що в свою чергу може впливати на імунну відповідь. Імунна дисфункція -зміни в функції та реакції імунної системи можуть відбуватися через довгострокове впливання високого рівня цукру в крові на клітини імунної системи. Порушення загоєння поранень - у хворих на цукровий діабет може бути повільніше загоєння поранень через вплив хронічного високого рівня цукру на мікроциркуляцію та імунну систему.

Ці особливості імунного статусу у хворих на цукровий діабет підкреслюють важливість регулярного моніторингу та підтримки імунної системи для запобігання ускладнень та покращення якості життя пацієнтів.

ЛАБОРАТОРНА ДІАГНОСТИКА ЦЕРЕБРОВАСКУЛЯРНИХ ПОРУШЕНЬ ПРИ ЦУКРОВОМУ ДІАБЕТІ

Оганесян І.Г., Старчікова І.Л., Колоколова О.Б., Грубник М.І., Іванова Т.М.
Навчально-науковий медичний інститут НТУ «Харківський політехнічний університет» кафедра клінічної лабораторної діагностики та імунології

Клініко-лабораторна діагностика ГПМК у хворих на ЦД не має особливої специфіки порівняно з такою в пацієнтів без ЦД і полягає, окрім стандартного фізичного й неврологічного обстеження, у проведенні нейровізуалізації, ангіографії, сонографії екстра- й інтракраніальних артерій шиї й голови, електрокардіографії. Постійному контролю підлягають показники АТ і діурезу. Обов'язковим є здійснення моніторингу глікемії, глюкозурії, ацетонурії. «Коридор» глікемії 4,4-6,1 ммоль/л являє собою зону ризику розвитку гіпоглікемії, особливо на фоні постійної інфузії інсуліну. European Stroke Initiative рекомендує цільові значення глікемії у найгострішому та гострому періодах гострого порушення мозкового кровообігу – 6-10 ммоль/л.

Окрім загальноклінічних аналізів крові й сечі, визначають показники коагуляційного гемостазу, іонограму, рівень азотистих шлаків, печінкові проби, ліпідограму.

ГПМК у хворих на ЦД часто маскуються під епізоди гіпоглікемій, і навпаки, симптоми останньої у літніх хворих нерідко розцінюються як стигми МІ. До адренергічних симптомів відносять серцебиття, розширення зіниць, підвищення АТ. Прояви нейроглікопенічних симптомів – від легких порушень емоційно-психічної сфери до необоротних розладів регуляції серцево-судинної й дихальної систем. Кора й дифенцефальні структури більш чутливі до гіпоглікемії, тому вже при рівні глікемії в крові нижче від 3 ммоль/л виникають дратівливість, порушення пам'яті, сонливість, апатія, неадекватні мовлення й вчинки. Нейропатологічні симптоми виникають внаслідок збільшення концентрації нейротоксину аспартату, який утворюється з амінокислот, коли ті використовуються клітинами мозку як джерело енергії за відсутності глюкози. При глибокій гіпоглікемії виникають патологічні рефлекси, тонічні й клонічні судоми, у подальшому – кома, що може ускладнитися інсультом, інфарктом міокарда, набряком мозку.

Аналіз літературних джерел дозволяє стверджувати, що порушення вуглеводного обміну визначаються у 70 % пацієнтів з гострим порушенням мозкового кровообігу, причому у частини пацієнтів з ЦД 2-го типу вперше виявляється у гострому періоді інсульту, у тому числі без попереднього підвищення рівня глікемії, про що свідчить глікозильований гемоглобін. ЦД виявляється у 30 % пацієнтів з інсультами. Поряд з загальноприйнятими факторами ризику гострих порушень мозкового кровообігу, такими як АГ, дисліпідемія, патологія серця окреме важливе місце займає ЦД. Хоча ЦД не являється основним фактором ризику розвитку цереброваскулярних порушень, він може серйозно ускладнити перебіг та вплинути на реабілітацію пацієнтів, які перенесли інсульт. ЦД призводить до змін у діяльності нервової системи у результаті гострих та хронічних судинних та метаболічних порушень.

ВИКОРИСТАННЯ ФЛЮОРЕСЦЕНТНОГО КОНТРАСТУВАННЯ ПРИ БОЙОВІЙ ТОРАКАЛЬНІЙ ТРАВМІ

Петрушинський А.В., Мінухін Д.В., Євтушенко Д.О., Мінухін Б.Д.
Харківський національний медичний інститут, м. Харків.

Актуальність. Бойова торакальна травма складає до 17% від усіх ушкоджень під час сучасних військових конфліктів. Хірургічна допомога при більшості з яких (80-85%) зазвичай обмежується дренуванням плевральної порожнини та консервативними заходами. Проникаючі поранення відмічаються у 4,5-7,5% постраждалих. При проникаючих пораненнях частіше за все ушкоджуються легені, магістральні судини, перикард, діафрагма.

Мета роботи. Проаналізувати можливість використання флюороресцентного контрастування під час застосування відеоторакоскопічних втручань у постраждалих з бойовою торакальною травмою.

Матеріали та методи. До дослідження було залучено 12 постраждалих з ізольованими проникаючими осколковими пораненнями грудної клітки, в лікуванні яких були застосовані відеоторакоскопічні (ВТС) технології. Для покращення візуалізації ушкоджених тканин було використано флюороресцентне контрастуваня індоціановим зеленим (indocyanine green – ICG). Пацієнтам були виконані відеоторакоскопічні резекції уражених ділянок легеневої тканини, плевректомія, кліпація ушкоджених міжреберних артерій. Контрастування проводилось під час виконання оперативного втручання. Візуальний ефект можна було оцінити через 30 секунд після внутрішньовенного введення флюороресцентної рідини.

Результати дослідження. Під час відеоторакоскопічного втручання з приводу проникаючих поранень грудної клітки та одночасним застосуванням флюороресцентного контрастування візуально чітко було оцінено кровопостачання ураженої легеневої паренхими, навіть у ділянках достатньо віддалених від раньового каналу. Це дозволило обгрунтовано визначити межі резекції з урахуванням сегментарного кровопостачання.

У післяопераційному періоді оцінювали: тривалість штучної вентиляції легень, тривалість застосування наркотичних аналгетиків, наявність повторних операцій ВТС або торакотомій, наявність гострого респіраторного дистрес-синдрому (ГРДС), пневмонії, пневмотораксу, емпієми плеври. При порівняні цих показників у групі постраждалих оперованих із застосуванням флюороресцентним контрастуванням з індоціановим зеленим та загальноприйнятими ВТС методиками нами спостерігалися кращі результати за всіма показниками.

Висновки. Застосування відеоторакоскопічних втручань з інтраопераційним флюороресцентним контрастуванням дає змогу значно покращити результати діагностики та лікуваня постраждалих з бойовою торакальною травмою.

ЕМОЦІЙНЕ ВИГОРАННЯ МЕДИЧНИХ ПРАЦІВНИКІВ

Пономарьов В.І., Злобін О.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна

Актуальність: професійне вигорання – надзвичайно актуальна та поширена проблема, не є унікальним явищем для нашого часу. Близько 5-7% населення у світі мають прояви вигорання. Медичні працівники посідають чи не перше місце серед спеціальностей з високим ризиком вигорання. Результати українських досліджень (О. О. Лазуренко, 2016) свідчать про те, що Синдром емоційного вигорання (СЕВ) характерний для 74,1% медиків, у 25,9% синдром перебуває на етапі формування.

Мета: Вивчення ключових складових розвитку професійного вигорання, визначення захисних чинників від емоційного вигорання, розробка профілактичних і лікувальних заходів синдрому емоційного вигорання у медичних працівників.

Матеріали і методи: дослідження використовує наявні джерела опитувань і статистичних даних з авторитетних платформ у мережі інтернет.

Результати: Емоційне вигорання медичних працівників пов'язане з низкою чинників ризику, які можна розділити на трудові, соціальні та психологічні. Найбільшу вагу щодо виникнення синдрому мають робочі чинники. Крім того, низка професійних, соціальних та психологічних чинників пов'язані зі зниженням рівня емоційного вигорання, а отже, мають захисні властивості. Основна група захисних чинників від емоційного вигорання – це психологічні, як – от емоційний інтелект, емпатія, оптимізм, внутрішній контроль, певні риси характеру.

Висновки: розроблено профілактичні заходи, що упереджують професійне емоційне вигорання, передбачають особистісно-орієнтовані підходи, спрямовані на покращення здатності особистості протидіяти стресу через зміну своєї поведінки і стосунків. Зокрема, це постійна внутрішня робота над собою, переосмислення поведінки, рефлексія емоційних станів, активний відпочинок, опанування методів саморегуляції. Також важливі заходи, спрямовані на зміну робочого оточення: просвітницька робота щодо сутності та наслідків професійної деформації, створення сприятливого психологічного клімату в колективі, проведення групових тренінгів. Розроблено і вдосконалено психологічні прийоми саморегуляції для подолання синдрому емоційного вигорання. До них відносяться: релаксація, дихальні техніки, аутогенне тренування, м′язова релаксація, медитація, візуалізація, афірмації.

1. Sultana A., Sharma R., Hossain M. et al. Burnout among healthcare providers during COVID-19: Challenges and evidence-based interventions. Indian J Med Ethics. 2020. Vol. 5, № 4. P. 308-11.

2. Shanafelt T., West C., Sinsky C. et al. Changes in Burnout and Satisfaction With Work-Life Integration in Physicians and the General US Working Population Between 2011 and 2017. Mayo Clin Proc. 2019. Vol. 94, № 9. P. 1681-94.

ГЕМАТОЛОГІЧНИЙ ІНДЕКС ІНТОКСИКАЦІЇ ЯК КРИТЕРІЙ ВИРАЖЕНОСТІ ЕНДОГЕННОЇ ІНТОКСИКАЦІЇ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ ЛІКУВАННЯ У ХВОРИХ НА САРКОЇДОЗ

Потейко П.І., Немцова В.Д., Березняков В.І., Тиха І.О., Корчевська Г.І., Кравчук С.Л. Ринчак П.І., Корж П.І.

Національний технічний університет «ХПІ»

Навчально-науковий медичний інститут

Кафедра внутрішніх хвороб і сімейної медицини

На теперішній час саркоїдоз органів дихання (СОД) є одним із самих поширених інтерстиціальних захворювань легень невстановленої природи.

Одним із частих проявів саркоїдозу (до 25%) є інтоксикаційний синдром (ІС). Важливим чинником, що зумовлює ІС, є ендогенна інтоксикація (ЕІ), яка відіграє важливу роль у патогенезі різних хвороб.

Метою роботи було вивчення гематологічного індексу інтоксикації (ГІІ) у хворих на СОД для оцінки вираженості ЕІ і розробки показань для лікування.

Для визначення ГІІ використовується клінічний аналіз крові. Розрахунок ведеться за формулою, запропонованою П.І. Потейко (1992), з урахуванням коефіцієнтів на рівень лейкоцитів ($К_Л$), ШОЕ ($К_{ШОЕ}$), еритроцитів ($К_{Ер}$) і тромбоцитів ($К_{Тр}$).

$$\textbf{ГІІ} = \frac{\textbf{Мі} + \textbf{Ю} + \textbf{П} + \textbf{С} + \textbf{Пл}}{\textbf{Мо} + \textbf{Л} + \textbf{Е} + \textbf{Б}} \times К_Л \times К_{СОЭ} \times К_{Эр} \times К_{Тр}$$

де: Мі – мієлоцити (%); Ю – метамієлоцити (юні нейтрофіли) (%); П – паличкоядерні нейтрофіли (%); С – сегментноядерні нейтрофіли (%); Пл – плазматичні клітини (%); Мо – моноцити (%); Л – лімфоцити (%); Е – еозинофіли (%); Б – базофіли (%). $К_Л$ – поправочний коефіцієнт на рівень лейкоцитів; $К_{ШОЕ}$ – поправочний коефіцієнт на рівень ШОЕ; $К_{Ер}$ – поправочний коефіцієнт на рівень еритроцитів; $К_{Тр}$ - поправочний коефіцієнт на рівень тромбоцитів.

Лейкоцити, $\cdot 10^9$/л	**$К_Л$**	**ШОЕ, мм/год**	**$К_{ШОЕ}$**	**Еритроцити, $\cdot 10^{12}$/л**	**$К_{Ер}$**	**Тромбоцити, $\cdot 10^9$/л**	**$К_{Тр}$**
< 3,0	5,0	1- 15	1	1,0 – 1,49	5,0	180 -320	1
3,0 – 3,49	2,0	16 - 30	1,2	1,5 – 1,99	4,0	150 -179	1,2
3,5 – 3,99	1,2	31 - 40	1,5	2,0 – 2,49	3,0	100 - 149	2,0
4,0 – 8,0	1	41 - 50	2,0	2,5 – 2,99	2,0	< 100	3,0
8,1 - 10	1,2	51 - 60	2,5	3,0 – 3,59	1,5	…	…
10,1 - 15	2,0	61 - 70	3,0	3,6 – 6,5	1		
> 15	5,0	> 71	4,0				

ГІІ в нормі коливається від 0,5 до 2,5 од. (у середньому 1,57 ± 0,04, n = 144) і відображає вираженість ендогенної інтоксикації (ЕІ):

0 ступінь ЕІ: ГІІ < 2,5 од; I ступінь ЕІ: ГІІ від 2,51 до 5,0; II ступінь ЕІ: ГІІ від 5,1 до 10,0; III ступінь ЕІ: ГІІ від 10,1 до 30,0; IV ступінь ЕІ: ГІІ > 30 од.

Лікування СОД системними глюкокортикостероїдами однозначно показане при II і III ступені ЕІ. При наявності IV ступеня ЕІ діагноз СОД не є правомірним.

САРКОЇДОЗ У ПЕРІОД ВІЙНИ В УКРАЇНІ

Потейко П.І., Немцова В.Д., Березняков В.І., Тиха І.О., Корчевська Г.І., Кравчук С.Л., Ринчак П.І., Корж П.І.

Національний технічний університет «ХПІ»

Навчально-науковий медичний інститут

Кафедра внутрішніх хвороб і сімейної медицини

Саркоїдоз є запальним мультисистемним захворюванням невідомого походження з широким спектром клінічних проявів. Саркоїдоз може вражати практично будь-який орган – переважно легені та лімфатичну систему.

Метою роботи було вивчення епідпоказників з саркоїдозу органів дихання (СОД) у Харківській області в період воєнних дій.

Ми проаналізували структуру захворюваності на СОД у період довоєнних трьох років (2019 -2021) і трьох років під час війни (2022 - 2024).

Під наглядом в Обласному фтизіопульмонологічному центрі м. Харкова в 2019 – 2021 роках перебувало 185 хворих на СОД (Група 1). В 2022 – 2024 роках було виявлено 102 хворих на СОД (Група 2).

В групі 1 за статтю переважали жінки - 118 (63,8±3,5%) проти 67 чоловіків (36,2±3,5%) ($p < 0,001$). В групі 2 незначно переважали чоловіки 56 (54,9±4,9%) проти 46 жінок (45,1±4,9%) ($p > 0,05$). Середній вік чоловіків в групі 2 становив 40,1 рік проти 35,4 в групі 1 ($p > 0,05$). Середній вік жінок в обох групах був вище ніж у чоловіків, але статистично не розрізнявся (в групі 1 – 46,3 роки, в групі 2 – 47,8).

Згідно з міжнародною класифікацією у чоловіків з групі 1 саркоїдоз I стадії був виявлений у 12 пацієнтів (17,9%), II стадії - у 55 (82,1%). У жінок I стадія СОД виявлена - у 34 (29,8%), II стадія - у 84 (71,2%). В групі 2 у чоловіків I стадія СОД спостерігалася у 9 пацієнтів (16,1%), II стадія - у 47 (83,9%). У жінок I стадія СОД виявлена - у 9 (19,6%), II стадія - у 37 (80,4%). Статистично значущих відмінностей у групах не було виявлено.

Найбільшу кількість хворих з I і II стадіями СОД в обох групах було виявлено під час профілактичних оглядів - 61%.

До широкомасштабних військових дій СОД у військовослужбовців зустрічався відносно рідка (два випадки (3%) - група 1). Після початку війни СОД було виявлено в 16 випадках (28,6% - група 2). У всіх випадках хворі на саркоїдоз військовослужбовці відмічали тривалий контакт із пліснявою та гаром.

Таким чином, у період воєнних дій відзначається достовірна тенденція збільшення захворювання на саркоїдоз серед чоловічого населення (36,2±3,5% проти 54,9±4,9%, $p < 0,01$). Частково це пов'язано з тенденцією значного збільшення (у 8 разів) захворюваності на саркоїдоз серед військовослужбовців. При цьому статистично значущих відмінностей у стадійності захворювання порівняно з довоєнним часом не спостерігається. Профілактичні обстеження органів грудної клітки, як і раніше, залишаються основним методом виявлення саркоїдозу.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МЕТОДІВ СЕГМЕНТАЦІЇ КРІОМІКРОСКОПІЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ: КЛАСИЧНІ АЛГОРИТМИ ПРОТИ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Самохін Ю.В., Аврунін О.Г.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сегментація кріомікроскопічних зображень є критично важливим етапом у біомедичних дослідженнях, оскільки дозволяє виділяти клітинні структури, аналізувати їхню морфологію та кількісні характеристики. Класичні алгоритми включають методи порогової обробки (Otsu, adaptive thresholding), алгоритми виділення контурів (Canny, Sobel), сегментацію за вододілом, кластеризацію (k-means, Mean Shift) та морфологічні операції. Вони є простими у реалізації, не потребують великих обчислювальних ресурсів та не вимагають попереднього навчання. Основний недолік – низька стійкість до шуму, слабка робота зі складними або злитими об'єктами, обмежена здатність до узагальнення. Методи на основі глибоких нейронних мереж (зокрема U-Net, Mask R-CNN, DeepLab) показують значно вищу якість сегментації завдяки здатності автоматично виділяти релевантні ознаки зображень та адаптуватися до різних умов. Такі моделі потребують великих розмічених датасетів, тривалого навчання та потужного обладнання, але компенсують це високою точністю, стійкістю до шуму та можливістю обробляти складні структури. У випадку, коли пріоритетом є висока точність, стійкість до перешкод та складна структура об'єктів – перевагу слід віддати нейронним мережам. Оптимальним підходом часто є комбінація обох методів, коли класичні алгоритми використовуються для попередньої обробки чи анотації даних для подальшого навчання AI-моделей.

1. Самохін Ю. В. Виявлення клітин на зображенні за допомогою CVAT AI / Ю. В. Самохін // Сучасні технології біомедичної інженерії : матеріали III міжнародної науково-технічної конференції, 8−10 травня 2024 р. – Вінниця : ВНТУ, 2024. – С. 24-26.

2. . M. Tymkovych, O. Avrunin, O. Gryshkov, V. Semenets and B. Glasmacher, "Ice crystals microscopic images segmentation based on active contours", *2019 IEEE 39th International Conference on Electronics and Nano-technology (ELNANO) - Proceedings, pp. 493-496, 2019.

МОРФОЛОГІЧНІ ТА ІМУНОГІСТОХІМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЕНДОМЕТРІЯ У ПАЦІЄНТОК З НЕПЛІДНІСТЮ НА ТЛІ ГІПЕРПЛАСТИЧНОЇ ПАТОЛОГІЇ МАТКИ

Струк Т.А.[1], Кузьоменська М.Л. [2], Нікітіна І.М. [2], Гирявенко Н.І. [2]

[1]Навчально-науковий медичний інститут НТУ «ХПІ»

[2] Навчально-науковий медичний інститут Сумського державного університету

Гіперпластична патологія ендометрія (ГПЕ) посідає одне з провідних місць у структурі жіночої неплідності, що у 80 % випадків призводить до порушення репродуктивної функції.

Матеріали і методи дослідження. Було досліджено 40 зразків ендометрія у жінок із неплідністю, ГПЕ та неуспішними спробами застосування допоміжних репродуктивних технологій (ДРТ). Серед них: 20 зразків у жінок з лейоміомою матки, що склали I групу та 20 зразків у пацієнток з аденоміозом (II група). У якості контролю використовували ендометрій 10 здорових жінок (донори ооцитів). Морфологічні дослідження проводили на базі кафедри патологічної анатомії Сумського державного університету. Вони включали гістологічну оцінку ендометрія (забарвлення пікрофуксином за Ван-Гізоном та гематоксилін-еозином) та імуногістохімічні дослідження експресії естрогенових рецепторів (ER), прогестеронових рецепторів (PR) з морфометричним аналізом ядерних маркерів; а також маркерів запального процесу (виявлення плазмоцитарних клітин з моноклональними антитілами до CD-138). Імуногістохімічне дослідження проводили з використанням пероксидазного полімеру UltraVisionQuanto та хромогенової системи для виявлення експресії моноклональних антитіл до рецепторів естрогену та прогестерону, CD56 і CD138.

Результати дослідження та їх обговорення. Гістологічне дослідження зразків ендометрія у жінок обох груп виявило наявність мікрополіпів ендометрія у 90 % жінок групи I та у 70 % жінок II групи. Поєднання ендометріального поліпозу, морфологічних ознак недостатності лютеїнової фази, дисхронозу залозистих змін виявлено у 30 % зразків ендометрія у I групі. Вогнищева атипова залозиста гіперплазія ендометрія спостерігалась у 20 % жінок II групи та у 10 % жінок I групи. Виявлено вогнищеве нерівномірне підвищення експресії рецепторів естрогену (до 90–98 %) та прогестерону (до 60–70 %) у ядрах залозистого епітелію та строми, особливо у жінок I групи. Експресія CD56 показала зниження в ендометріальній стромі у 80 % жінок I групи та у 40 % жінок II групи порівняно з контролем. Підвищена експресія CD56 у стромі ендометрія спостерігалась у 30 % зразків II групи. Позитивна експресія CD138 в ендометрії виявлена у 10 % зразків обох досліджуваних груп.

Висновки. Гістологічне дослідження виявило ряд патологічних змін: залозисті та залозисто-фіброзні поліпи ендометрія (70–80 %), атипова гіперплазія ендометрія (10–20 %), дисхроноз рецептивності ендометрія (40–50 %), експресія CD138 (10 %), а також їх поєднання. У жінок із неплідністю на тлі гіперпластичної патології ендометрія і неуспішними спробами застосування ДРТ спостерігається виражений дисхроноз рецептивності ендометрія, зниження експресії CD56, позитивна експресія CD138, що свідчить про порушення імунологічного гомеостазу на місцевому рівні, що може бути причиною порушень процесів імплантації та неуспішних спроб ДРТ.

ВИКОРИСТАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ ДЛЯ ЗАДАЧ ТЕЛЕМЕДИЦИНИ

Тітова[1] Н.В. Романюк[1] С.О., Романюк[2] О.Н.
[1]Національний університет «Одеська політехніка»
[2]Вінницький національний технічний університет

Завдяки цифровим технологіям, телемедичні сервіси можуть передавати високоякісні медичні зображення, що включають рентгенографію, комп'ютерну томографію, магнітно-резонансну томографію, ультразвукові дослідження, дерматологічні та офтальмологічні знімки, безпосередньо медичному персоналу для швидкого аналізу. Це дозволяє проводити віддалену експертну оцінку і приймати клінічно важливі рішення без необхідності особистої присутності пацієнта у медичному закладі. Особливо значущим є застосування зображень у телемедицині в регіонах з недостатньою медичною інфраструктурою, що забезпечує широкий доступ до спеціалізованої допомоги. Застосування спеціальних алгоритмів обробки та аналізу зображень на базі штучного інтелекту суттєво підвищує точність діагностики, дозволяючи виявляти захворювання на ранніх стадіях. Вимоги до використання зображень у телемедицині включають забезпечення належної якості, безпеки, конфіденційності та ефективності передачі й аналізу медичних даних. Зокрема, зображення мають відповідати стандартам високої роздільної здатності, щоб забезпечити точну візуалізацію патологій та дозволити спеціалістам проводити детальну діагностику. Формати зображень повинні бути сумісними з міжнародними медичними стандартами, такими як Digital Imaging and Communications in Medicine, що забезпечує інтероперабельність між різними системами телемедичного обслуговування.

Крім того, важливою вимогою є забезпечення надійного каналу передачі даних з високою пропускною здатністю, щоб уникнути втрати якості зображень і затримок, що можуть негативно вплинути на клінічні рішення. Потрібно використовувати спеціальні захищені мережі, протоколи шифрування та механізми аутентифікації користувачів для гарантування конфіденційності медичних даних відповідно до законодавчих вимог (наприклад, GDPR, HIPAA).

Важливо забезпечити архівування зображень і висновків у стандартизованих цифрових сховищах із забезпеченням можливості подальшого доступу для моніторингу та порівняльного аналізу.

Таким чином, комплексний підхід до організації телемедичних сервісів на основі зображень передбачає високу якість, стандартизацію, інформаційну безпеку, відповідну кваліфікацію персоналу та дотримання законодавчих норм у сфері медицини та захисту персональних даних.

Література

1. Thanki, R., Borra, S. Medical Imaging and its Security in Telemedicine Applications. Springer International Publishing, 2019. 68 p.

УЛЬТРАЗВУКОВА ДІАГНОСТИКА ТА КОМП'ЮТЕРНА ТОМОГРАФІЯ В ОЦІНЦІ МОРФО-ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ПЕЧІНКИ ПРИ КОМПЛЕКСНОМУ ЛІКУВАННІ РАКУ ГРУДНОЇ ЗАЛОЗИ.

Федуленкова Ю.Я., Шармазанова О.П., Сафонова І.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Хронічні дифузні захворювання печінки (ХДЗП) у наш час залишаються дуже серйозною соціально-економічною та клініко-епідеміологічною проблемою охорони здоров'я. Безумовну більшість у їх розвитку забезпечують вірусні гепатити, алкоголь та дія на печінку різноманітних лікарських препаратів. В останні роки інтерес до цієї проблеми значно зріс у зв'язку з новими перспективами, наданими практичній медицині прогресом діагностики захворювань печінки, променеві методи дослідження зайняли головне місце в сучасній гепатології.

У зв'язку з тим, що хемотерапія, що застосовується при комплексному лікуванні раку грудної залози має виражений токсичний вплив на печінку, дуже гостро стоїть питання провідного методу оцінки її морфо-функціонального стану. На сучасному етапі своєчасної діагностики важливими є не тільки висока інформативність і безпечність методу, але й економічна доступність та максимальна зручність проведення дослідження для пацієнта.

Матеріали та методи. Було проаналізовано 120 історій хвороб жінок хворих на рак грудної залози, що проходили комплексне лікування. Всі пацієнтки були обстежені клінічно та за допомогою КТ з контрастуванням та УЗД до та після курсу хемотерапії. Слід зазначити, що до проведення лікування патологічних змін у печінці пацієнток виявлено не було.

Ультразвукові дослідження (УЗД) виконували на апараті експертного класу Xario SSA-660A фірми Toshiba, з використанням В-режиму, дуплексного та триплексного режимів, кольорової та імпульсноволнової доплерографії. Комп'ютерну томографію (КТ) проводили на мультиспіральному томографі Aquilion 16 фірми Toshiba на базі «МДЦ Експерт-Харків».

Результати. При детальному аналізі даних, отриманих після клінічного, УЗД та КТ-досліджень нами було встановлено, що у 36 (30 %) пацієнток при КТ були виявлені зміни у паренхімі печінки у вигляді дифузного зниження щільності паренхіми, що є характерними для стеатозу, а на УЗД окрім цього було виявлено зниження портального кровотоку, яке є характерним для портальної гіпертензії (ПГ) 1-2 ступенів. У інших 52 (43%)пацієнток, у яких при КТ з контрастним підсиленням не було виявлено навіть непрямих ознак ураження печінки, на УЗД з застосуванням допплерівського дослідження було виявлено зниження швидкості портального кровотоку, яке є характерним для портальної гіпертензії 1-2 ступенів. У 32 пацієнток (27 %) при УЗД патологічних змін виявлено не було.

Також проведені порівнювальні оцінки КТ та УЗД для діагностики ХДЗП за наступними критеріями: інформативність, променеве навантаження, наявність протипоказань, підготовка пацієнта, економічна доступність.

Відомо, що за допомогою КТ можлива оцінка щільності паренхіми печінки, її розміру, положення, контурів та діаметрів її судин (зокрема портальної вени), а при УЗД окрім оцінки макроструктури печінки за допомогою допплерографії у дуплексному та триплексному режимах можливо оцінити швидкість портального кровотоку. Також дуже суттєвим є те, що при КТ з контрастуванням є променеве навантаження на пацієнта, а введення контрастної речовини, може викликати алергічні реакції, тому пацієнтам з алергією на йод контастування протипоказане, в той час, як УЗД не потребує спеціальної підготовки (бажано проводити обстеження зранку натщесерце) та не має променевого навантаження на пацієнта. Ще важливо те, що УЗД є набагато дешевшим за КТ з контрастуванням та може проводитися необмежену кількість разів для контролю якості лікування.

Висновки. Встановлено, що і КТ, і УЗД дають можливість охарактеризувати морфо-функціональний стан печінки за патологічних умов, але тільки ультразвуковий метод має можливість визначити швидкість портального кровотоку в реальному масштабі часу, що є важливою прогностичною ознакою у діагностиці ранніх проявів ХДЗП, не потребує спеціальної підготовки пацієнта, не дає променевого навантаження та є дешевшим і безпечнішим за КТ з контрастуванням.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НЕСТЕРОЇДНИХ ПРОТИЗАПАЛЬНИХ ПРЕПАРАТІВ ТА АНТИМІКОТИЧНИХ ЗАСОБІВ НА УТВОРЕННЯ БІОПЛІВОК CANDIDA SPP. IN VITRO

Частій Т.В.[1], Мінухін В.В.[1,2], Большакова Г.М.[1], Голубка О.В.[1], Кучма І.Ю.[1], Шевченко Ю.В.[1]

[1]Навчально-науковий медичний інститут Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», Харків, Україна

[2]Державна установа «Інститут мікробіології та імунології ім. І.І. Мечникова Національної академії медичних наук України», Харків, Україна

Доведено, що гриби роду Candida в культурі синтезують простагландини, які відіграють важливу роль в процесах морфогенезу та утворення біоплівок. Тому порушення утворення простагландинів за допомогою інгібіторів циклооксигенази може потенціювати дію антигрибкових засобів.

Мета дослідження дослідити дію аспірину та тербінафіну (ТФ) на біоплівки грибів роду Candida.

Матеріали та методи Штам C. albicans 885/653 ATCC 10231, МПК визначали мікрометодом серійних розведень, біоплівки C.albicans 885 отримували в плоскодонних планшетах внесенням в лунки 100 мкл культури C.albicans 885 в концентрації 10^7 кл/мл.

Результати дослідження На першому етапі визначали дію різних концентрацій аспірину на планктонні клітини C. albicans та їх здатність формувати біоплівки. Аспірин в концентраціях 1000-75 μM пригнічував розмноження планктонних клітин; у високій концентрації (1000 μM) він повність зупиняв процес формування біоплівок C. albicans і утворення ними планктонних клітин; в концентраціях 100 μM - 50 μM - пригнічував формування біоплівок на 30%, а в концентрації 25 μM – на 10%.

В другій серії експериментів досліджували ефект попередньої дії аспірину на чутливість біоплівки до тербінафіну. 48-годинні зрілі біоплівки отримували в присутності 100 - 10μM, аспірина, промивали тричі ЗФР-Т і додавали тербінафін, а через 24 год. визначали його МПК за допомогою глюкозооксидантного тесту. Було встановлено, що попередня дія 100 μM - 50 μM аспіріна знижує МПК тербінафіну на біоплівки від 0,195 мг/ мл до 0,03 мг/мл,.

Для дослідження одночасної дії ТФ та аспірину на зрілі біоплівки до них додавали аспірин в концентраціях 1000μM, 200 μM та 50 μM і ТФ в концентраціях 5 мг/мл – 10 мкг/мл. За результатами цієї серії експериментів аспірин в терапевтичних концентраціях (50 - 200 μM) в 4 рази підвищував антимікотичну дію тербінафіну.

В концентрації 10 μM аспірин не впливав на планктонні клітини і процеси утворення біоплівок і не змінював фунгістатичну дію ТФ.

Висновки: Отримані результати свідчать про значні можливості підвищення ефективності дії антимікотиків при їх одночасном застосуванні з інгібіторами циклоогсигенази.

ПРОБЛЕМА РОЗПОВСЮДЖЕННЯ НАРКОТИКІВ ЯК ЗАГРОЗА НА ДЕРЖАВНОМУ РІВНІ

Чорна О.В.[1], Чубенко А.В.[2], Качалова Т.Є.[3], Грубник І.М.[1], Юдіна Ю.В.[1]

[1]Національний технічний університет «ХПІ», м. Харків
[2]Харківський національний медичний університет, м. Харків
[3]Харківський НДЕКЦ МВС України, м. Харків

Взаємопов'язаний характер наркоекономіки, інших видів незаконної діяльності та війна посилюють становище людей, які перебувають в умовах відсутності безпеки [1].

В останні 20 років світовий ринок наркотичних речовин дуже сильно змінився: сьогодні основною ареною для розповсюдження наркотиків є Інтернет – «безконтактний» засіб збуту, в якому наркоторговці можуть співпрацювати роками і при цьому не втрачати анонімність [2]. Також серйозною проблемою стають аптеки, які торгують через торгові точки або інтернет-магазини фальсифікованою фармацевтичною продукцією, що містить речовини, що знаходяться під міжнародним контролем або нові психоактивні речовини. Хоча об'єктом фальсифікації може бути будь-яка медична продукція, особливо великий попит спостерігається на ринку фальсифікованих контрольованих наркотичних засобів та психотропних речовин, таких як опіоїди та бензодіазепіни. Хоча такі фальсифіковані продукти часто не відрізняються від легальних, вони можуть бути небезпечними через неточне дозування або наявність у їх складі небезпечних речовин, що становлять ризик для споживачів.

Криза ще більше посилилася з появою таких речовин, як нітазени, аналоги бензодіазепіну (наприклад, етізолам) та катинони. Сюди ж відносяться і нові психоактивні речовини, оборот яких нині не регулюється на міжнародному рівні, що ускладнює їх виявлення правоохоронними органами: такі речовини становлять значну небезпеку через свою непередбачувану та потенційно смертельну дію [3].

Поява все більшої кількості нових психоактивних речовин та їх негативний вплив на здоров'я людей говорить про необхідність проведення більш цілеспрямованої профілактичної роботи та надання медичної допомоги. Тому вирішення цієї проблеми потребує поєднання зусиль усіх державних органів, таких як спеціалізовані установи міністерств юстиції, внутрішніх справ, охорони здоров’я України та побудови державної стратегії по боротьбі з цією проблемою.

Література:

1. International Narcotics Control Board. Report of the International Narcotics Control Board for 2024. – Vienna : United Nations, 2025. – 194 p. – ISBN 978-92-1-003415-9.

2..Шевчук Т. А. Розповсюдження наркотичних засобів, психотропних речовин або їх аналогів через мережу Інтернет // *Протидія кіберзагрозам та торгівлі людьми : зб. матеріалів міжнар. наук.-практ. конф.* – 2019. – С. 147–150.

3.Чубенко О. В., Чорна О. В., Гузенко Н. В., Слюсар В. В. Синтетичні катінони: структура, токсикодинаміка, токсикокінетика, токсикологічний аналіз // *Фармацевтичний часопис*. – 2023. – № 2. – С. 71–82. – ISSN 2312-0967

РЕНТГЕНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ НЕКРОТИЧНОГО ЕНТЕРОКОЛІТУ У НОВОНАРОДЖЕНИХ

Шаповалова В.В., Шармазанова О.П., Волковська О.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Введення. Некротичний (некротизуючий) ентероколіт (НЕК) (Р77) – набуте захворювання, яке виникає внаслідок тяжкого ураження незрілого кишківника, яке спричинюється поєднаною дією кількох потенційно шкідливих чинників і характеризується ішемічним некрозом його слизової оболонки, асоційованим із запаленням, інвазією кишкових мікроорганізмів, здатних продукувати газ, розшаруванням газом кишкової стінки і проникненням газу у систему воротної вени.

НЕК діагностують на підставі клінічних даних (симптоми з боку шлунково-кишкового тракту, системні ознаки), а також результатів променевих методів (рентгенологічне, ультразвукове) та лабораторних досліджень. За наявності клінічної підозри на НЕК виконують рентгенографію та УЗД органів черевної порожнини.

Матеріали та методи. Проаналізовано рентгенограми органів черевної порожнини (ОЧП) 34 новонароджених (23 хлопчика та 11 дівчаток). З них 32 (94,1%) народились недоношеними (середній гестаційний вік 29тиж.), 2 (5,9%) – доношеними. В 23,5% випадків діагноз було підтверджено при розтині.

Результати дослідження. Для оцінки ступеня тяжкості НЕК використовували класифікацію M. J. Bell (1978) у модифікації M. Walsh (1986) [3].

При рентгенологічному дослідженні I стадію діагностовано у 20,5% немовлят у вигляді нерівномірного гіперпнематозу петель кишківника, нерівномірного розширення петель кишківника, петлі у вигляді «скоб», «потовщення» стінок кишківника, збільшення печінки; дрібні горизонтальні рівні рідини з газом над ними.

Стадію «підозрюваного НЕК» (стадія I) з неспецифічними для НЕК ознаками, які не дозволяють диференціювати це захворювання від зниженої толерантності до ентерального харчування або сепсису з кишковою непрохідністю, не включають у діагноз НЕК. Але при динамічному спостереженні дітей цієї групи, визначалося прогресування НЕК, що дало змогу нам визначити описані зміни, як НЕК Іст.

На рентгенограмах органів черевної порожнини при НЕК II А стадії (14,7% новонароджених) визначали випрямлені, так звані «ригідні» петлі кишківника (30%); статичні петлі кишківника (40%), при цьому петля кишки не змінювала своєї конфігурації і розташування на повторних рентгенограмах через 6-8-12 годин.

При НЕК II В стадії в 17,6% випадках окрім вищеописаних ознак визначали токсичну дилатацію шлунка та товстої кишки.

Найчастішим симптомом НЕК III А стадії (26,5% немовлят) був пневматоз стінки кишки (77,8 %), який обумовлений інтрамуральним поширенням газу з просвіту кишківника через пошкоджені слизовий і підслизовий шар в міжм'язовий та субсерозний простір.

Раптова поява асциту, за даними літератури, є прогностично несприятливою ознакою, яка свідчить про транслокацію бактеріальної флори у вільну черевну порожнину. При III А стадії цей симптом був виявлений в 2 випадках (22,2%).

Найбільш загрозливою та прогностично несприятливою ознакою НЕК є наявність повітря в портальній вені, що свідчить про припинення кровотоку в ній, а отже, відтоку крові від кишківника. На рентгенограмі ОЧП у немовлят з III А стадією НЕК (3 дитини – 33,3%) на тлі тіні печінки визначався повітряний контур гілок портальної вени, так зване"дерево смерті".

Головною ознакою III В стадії НЭК (20,6% новонароджених) є пневмоперитонеум, який свідчив про перфорацію кишки. Для немовлят з НЕК перфорація шлунково-кишкового тракту є абсолютним показником для хірургічного втручання, тому дуже важливим є виявлення ранніх ознак перфорації при рентгенологічному дослідженні: просвітлення в правому верхньому квадранті на фоні тіні печінки, що вказувало на наявність вільного внутрішньоочеревинного газу.

При подальшому накопиченні газу в черевній порожнині на рентгенограмі лежачі визначався симптом м’яча (57,1%), у вигляді ділянки просвітлення овальної форми, яка розповсюджувалась до нижніх квадрантів черевної порожнини, що нагадувало за формою м’яч для американського футболу.

Висновки. Патогномонічними для НЕК є пневматоз стінки кишечника (кишковий пневматоз) і газ у воротній вені. Однак у дітей з тяжким НЕК ці рентгенологічні ознаки можуть бути відсутніми. Інші ознаки недостатньо специфічні, але їх виявлення в сукупності з клінічними симптомами забезпечує своєчасну діагностику і гарантує можливість невідкладного втручання.

ШАВЛІЯ ЛІКАРСЬКА – ПЕРСПЕКТИВНЕ ДЖЕРЕЛО ОТРИМАННЯ ЛІКАРСЬКИХ ПРЕПАРАТІВ ДЛЯ ЛІКУВАНЯ БАКТЕРІАЛЬНИХ УРАЖЕНЬ ШКІРИ

Юдіна Ю.В., Грубник І.М., Демченко І.І., Великий Д.Л., Куценко С.А., Чорна О.В.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут, м. Харків

За даними ВОЗ інфекції шкіри і м'яких тканин різної етіології становлять 1/3 всіх інфекційних захворювань. І в даний час існує необхідність в створенні високоефективних лікарських препаратів, що володіють високою терапевтичної активністю і безпекою; що володіють мінімальною побічною дією і відсутністю токсико-алергічних реакцій; а також характеризуються відсутністю формування до них лікарської резистентності у мікроорганізмів. На фармацевтичному ринку України препарати для лікування бактеріальних уражень шкіри представлені в основному м'якими лікарськими формами, що містять синтетичні антибіотики, які викликають не тільки звикання, але й мають широкий спектр побічних ефектів. На відміну від синтетичних лікарських засобів терапевтичний ефект фітопрепаратів обумовлений дією не тільки основної речовини, але часто і всім комплексом біологічно активних речовин, що містяться в рослині.

Широко використовуються у фармацевтичній і клінічній практиці рослиною є шавлія лікарська (*Salvia officinalis).* Листя шавлії містять до 2,5% ефірного масла, до складу якого входять цинеол, пінен, туйон, борнеол та інші терпенові сполуки, а також фенольні сполуки – флавоноїди (проіхводние лютеоліна і апигенина), дубильні речовини, похідні гідроксикоричних кислот (розмаринова, кавова , хлорогенова, феруловая), цукру і полісахариди, вітаміни групи В і РР, тритерпенові сапоніни - похідні урсоловой і олеанолової кислот.

Природні антибактеріальні компоненти містяться в різних частинах трави шавлії, в тому числі і в коренях, в складі яких знайдено суму хінонов, що відносяться головним чином до похідним ройлеанона. Доведено, що екстракти з коріння шавлії мають високу антибактеріальну активність відносно *Staphylococcus aureus, Bacillus subtilis, Pseudomonas aeruginosa*, та виявляють протизапальну, протисвербіжну дією при лікуванні екземи, нейродермітів та інших захворювань шкіри.

Нами було дослідження з розробки складу та технології гелю, що містить екстракт кореню шавлії. Було отримано 20 експериментальних зразків гелю, які оцінювали за органолептичними показниками, реологічними, мікробіологічними та фізико-хімічними властивостями. Для приготування зразків гелю екстракт розчиняли в спирті етиловому 96% у співвідношенні 1:10. Потім розчин додавали у гелеутворювач (Карбопол різних марок, КМЦ, ГПМЦ), після чого вводили допоміжні речовини (гліцерин, пропіленгліколь (ПГ), ПЕГ 400, розчин Полоксамер П 188, вазелінове масло). Суміш гомогенізували. За результатами проведених досліджень в якості заключного обраний склад гелю, що включає екстракт коренів шавлії лікарської, спирт етиловий 96%, гліцерин, ПГ, Карбопол 1%.

СЕКЦІЯ 7
МІЖНАРОДНА ОСВІТА

7.1 МІЖНАРОДНА ТЕХНІЧНА ОСВІТА: ТЕНДЕНЦІЇ ТА НОВАЦІЇ

ТЕХНІЧНА ТА КУЛЬТУРНА ОСВІТНЯ ДІЯЛЬНІСТЬ УКРАЇНСЬКОЇ ДІАСПОРИ У ЧЕХІЇ (1922 – 1945)

Гомон А.М.
Національний технічний університет «Харківский політехнічний інститут», м. Харків

Після Першої світової війни українська еміграція на теренах сучасної Чехії була дуже активною. Тут організовуються численні українські інституції: у 1922 році було засновано видавництво «Сіяч» та гурток молодих поетів «Скит поетів» (Сергій Рафальський, Олексій Фотинський, Олексій Ейснер, Вадим Морковін, Олена Глушкова, Михайло Скачков та ін.) у Празі, під керівництвом киянина Альфреда Бема (1886 – 1945), відомого літературознавця, прихильника психоаналітичного методу. Доля його склалася трагічно, – він був розстріляний СМЕРШ у 1945 році. У 1925 році в Празі була заснована Українська гімназія, що діяла при Високій педагогічній школі ім. М. Драгоманова.

Найбільшого розголосу серед української еміграції набула Українська господарська академія, заснована 1922 року в Подєбрадах у складі трьох факультетів. Гідротехнічний відділ цієї академії закінчив свого часу, здобувши фах інженера, Євген Маланюк (1897 – 1968) – відомий поет української діаспори, один із яскравих представників та фундаторів поетичної «Празької школи».

Через 10 років, у 1932 році ця академія була реорганізована в Український технічно-господарський інститут, який після війни на початку 50-х років продовжував працювати у Західній Німеччині, у Мюнхені. Саме тут опинилася переважна більшість української еміграції після Другої світової війни, рятуючись від репресивного більшовицького режиму.

У другій половині 20-х років у Празі діяло видавництво «Українська молодь», що знане своїм виданням «Майстри українського мистецтва». Доречно згадати також Українську студію пластичного мистецтва та Українську академію образотворчих мистецтв, що були засновані в Празі 1923 року.

ДО ПИТАННЯ ПЕРЕКЛАДУ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Гращенкова В.В., Чудовська Т.С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

При навчанні іноземної мови в технічному виші невипадковим є інтерес до проблем перекладу текстів за спеціальностями. Варто міцно засвоїти, що при перекладі спеціальної літератури вдаються лише до шаблонних граматичних структур. Вживаються пасивні, безособові конструкції, складносурядні та складнопідрядні речення з пріоритетом іменників і прикметників, а також неособистих форм дієслів. Значна увага у технічній літературі приділяється прийменникам і сполучникам, що логічно пов'язують окремі елементи висловлювань.

Насиченість тексту термінами, термінологічними словосполученнями, певними лексичними конструкціями та скороченнями є типовою лексичною ознакою науково-технічної літератури. Технічний переклад вимагає як знань у галузі теми перекладу, так і вільної орієнтації в термінах. При перекладі термінів слід звернути увагу на такі моменти:

Терміни міжнародного вжитку не потребують перекладу. Вони передаються шляхом транслітерації. Терміни, які мають прямі відповідності українською мовою, передаються відповідними еквівалентами. При перекладі з іноземної мови чимало термінів передаються українськими словами та виразами, що дослівно відтворюють варіанти мови-оригіналу. У тому випадку, якщо словник не дає прямого аналога іноземному терміну, необхідно залучити описовий переклад, який точно передає сенс іншомовної версії в конкретному контексті.

У науково-технічній літературі значне місце посідають різні види скорочень. Оскільки вони функціонують самостійно, їх можна вважати лексичними одиницями науково-технічної мови. Метою скорочень є перетворення терміну на зручну у практичному використанні лексичну одиницю, зрозумілу для фахівців певного напрямку. Скорочення лексичних одиниць є найскладнішими для розуміння та перекладу, бо їхня семантика та принципи утворення не надаються у довідниках. Скорочення прийнято поділяти на абревіатури та акроніми, відповідно до звукового та графічного оформлення. Абревіатури формуються з перших літер багатоскладового терміну. Кожна літера у складі абревіатури вимовляється окремо. Акроніми утворюються з різних комбінацій елементів термінологічного сполучення: з кількох перших літер, окремих складів, шляхом телескопії. Акроніми вимовляються як звичайні слова.

Література

1. Українське справочинство: складноскорочені слова та абревіатури URL: https://osvita.ua/vnz/reports/dilovodstvo/24212/ (дата звернення: 14.04.2025).

2. Маслова Т.Б. Омонімія скорочень у науково-технічній англомовній літературі URL: https://kamts1.kpi.ua/sites/default/files/files/maslova_Homonymy%20of%20abbreviations.pdf (дата звернення: 14.04.2025).

YOUTUBE CHANNELS AS SUPPLEMENTARY TOOLS FOR THE DEVELOPING OF INTERNATIONAL STUDENTS ACADEMIC ENGLISH

Drozdova A.A., Dobrozhan A.I.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

In the evolving landscape of higher education, the support of international students in mastering academic English remains as a complex, multi-dimensional task. While direct instruction, guided reading and structured written exercises form the foundation of language training, additional digital tools such as YouTube offer educators an additional resource to reinforce language acquisition, especially in scientific and technical fields. YouTube's global reach and abundant English-language educational content make it a valuable, though not primary, component of language support strategies in academic settings.

Channels such as "Veritasium" (Derek Muller, Australia, 14.6M subscribers) present complex engineering and physics topics through hands-on demonstrations and articulate scientific reasoning, allowing students to observe fluent hypothesis articulation and methodological clarity. "Vsauce" (Michael Stevens, USA, 18.5M subscribers) navigates abstract theoretical questions using philosophically framed narratives, exposing learners to advanced academic vocabulary and syntax. "Kurzgesagt – In a Nutshell" (Studio, Germany, 21.8M subscribers) offers animated breakdowns of topics like AI and climate change, using deliberate pacing and structured metaphors that aid comprehension for non-native speakers. "SciShow" (Hank Green, USA, 9.2M subscribers) summarizes recent research in accessible segments, introducing students to scientific lexicon and peer-reviewed frameworks. "TED-Ed" (TED Conferences, USA, 19.8M subscribers) integrates storytelling with logical academic structuring, offering interdisciplinary lessons reinforcing argumentative clarity and rhetorical flow.

While these channels cannot replace formal instruction, they offer a variety of emphases and authentic discursive environments that complement traditional classroom teaching methods. They allow students to experience academic language in action through explanation, demonstration, and visual reinforcement. However, their informal structure and inconsistent referencing practices require contextualization and careful selection when integrated into curricula.

YouTube's effectiveness as a language support tool is greatly enhanced when combined with progressive technology. Automatic subtitle translation provides access in multiple native languages. Artificial intelligence-based summarisation tools facilitate effective outlining. And culturally adaptive content filtering allows complex concepts to be presented in a more familiar context. In addition, scientific terminology can be clarified using specialised translation tools developed for academic and technical fields. Together, these enhancements transform YouTube from a passive viewing platform into a dynamic learning environment, offering students a contextualised, multimodal introduction to academic English while reinforcing core subjects.

DEVELOPMENT OF MECHATRONICS AND ROBOTICS IN QATAR

Elsayed Fathy Mohamed Reda Ahmed, Chmykhova O.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Mechatronics and robotics are among the most promising fields in modern science and engineering. Their development is of particular importance in countries with rapid economic growth and technological modernization, such as Qatar. In recent years, the country has made significant progress in implementing innovative technologies, especially within the framework of the Qatar National Vision 2030, which aims to transform Qatar into a knowledge-based and innovation-driven society [1].

Qatar is actively developing its research infrastructure in mechatronics and robotics. One of the leading drivers in this field is the Qatar Foundation, which supports high-tech projects and promotes interdisciplinary research. Major contributions are also made by universities such as Hamad Bin Khalifa University and Texas A&M University at Qatar, where modern laboratories and academic programs in mechatronics, artificial intelligence, robotics, and cyber-physical systems have been established [2].

On a practical level, Qatar is successfully implementing robotic technologies in various sectors, including healthcare (surgical robots and automated diagnostic systems), services (service robots in airports and hotels), construction (3D printing of structures), education (STEM programs for youth), and security (patrolling robots and unmanned monitoring systems).

One of the notable examples is the robotic disinfection and delivery system developed at Qatar University during the COVID-19 pandemic. This multifunctional robot was designed to reduce physical contact and ensure safety in medical environments. It could deliver food and medicines and disinfect spaces using UV light and chemical sprays. Created from locally available components, the robot exemplified efficient and cost-effective engineering solutions [3].

It is also worth noting the growing interest of students from Qatar and other Arab countries in studying at Ukrainian technical universities. Fields such as automation, mechatronics, information technology, and artificial intelligence are in high demand. This educational cooperation strengthens international relations, promotes cultural exchange, and contributes to the global development of engineering sciences.

In conclusion, Qatar demonstrates significant progress in the field of mechatronics and robotics by combining scientific research, educational development, and strategic vision. Its experience can be valuable for countries like Ukraine that are also striving for technological innovation.

References

1. Qatar National Vision 2030. State of Qatar, 2008.

2. Hamad Bin Khalifa University. "Mechatronics and Robotics Research in Qatar." Hamad Bin Khalifa University Press, 2023.

3. Gulf Times. "Robotic Disinfection and Delivery System, Qatar University." Gulf Times, 2020.

RADIO TRANSMISSION MODEL FOR WIRELESS NETWORKS

Liao Jiabing, Dong Ke, Okhrymenko M.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Wireless communication systems rely heavily on accurate modeling of radio wave propagation to ensure reliable data transmission and optimal network performance. This paper presents a radio transmission model tailored for wireless networks that incorporates both deterministic and stochastic channel characteristics to enhance prediction accuracy in real-world environments.

The model combines the large-scale path loss model with stochastic fading components [1] to reflect environmental variability. It includes Rayleigh and Rician fading to represent different propagation conditions, such as urban clutter and line-of-sight scenarios, respectively. Additionally, the model integrates shadowing effects using a log-normal distribution, thereby allowing more precise simulation of signal attenuation due to obstacles.

The proposed approach supports dynamic adjustment of parameters based on topology and user density. Simulation results in NS-3 and MATLAB demonstrate [2] the model's capability to reproduce realistic signal strength distributions and to assess network metrics such as throughput and packet delivery ratio under varying deployment scenarios.

One of the key advantages of this model is its flexibility in adapting to different frequency bands and antenna configurations, making it applicable to a wide range of wireless technologies including Wi-Fi, LTE, and 5G [3]. Future work will focus on integrating this model with mobility patterns and cross-layer optimization strategies to further improve the accuracy of performance evaluations.

The development of a radio transmission model for wireless networks provides a vital tool for accurately simulating signal behavior in diverse environments. By incorporating both deterministic and stochastic propagation effects, the model enhances the realism of performance evaluation for various wireless technologies. Its adaptability to different frequencies, topologies, and mobility scenarios makes it highly applicable for modern network design and optimization tasks, supporting more reliable and efficient communication systems.

References

1. Rappaport T.S., Heath R.W., Daniels R.C., Murdock J.N. Millimeter Wave Wireless Communications // Pearson Education. – 2014. – 720 p. – ISBN: 9780132172969.

2. Goldsmith A. Wireless Communications // Cambridge University Press. – 2005. – 652 p. – ISBN: 9780521837163.

3. Molisch A.F. Wireless Communications // Wiley-IEEE Press. – 3rd ed. – 2022. – 888 p. – ISBN: 9781119679275.

FUZZY LOGIC-BASED ROUTING METHOD FOR MESH NETWORKS

Liu Xiaodong, Wang Xuemei, Pustovoitov P.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

MESH networks are known for their resilience and decentralized communication structure. However, the routing process in such networks is complicated by the dynamic nature of node availability, interference, and the absence of centralized control. This study introduces a routing method based on fuzzy logic, which enables more flexible and adaptive decision-making compared to traditional deterministic algorithms.

The core idea of the method is the transformation of uncertain network parameters– such as link quality, node energy level, and hop count–into linguistic variables. These are processed by a fuzzy inference [1] system that outputs a composite routing metric. The Mamdani-type fuzzy system is used, with rules designed to optimize the trade-off between transmission reliability and energy consumption.

The routing decision is made at each node based on real-time inputs from neighboring nodes. A defuzzification step produces a ranking of next-hop candidates, which helps the node select the most appropriate route at every iteration. Simulation scenarios implemented in MATLAB and NS-3 [2] demonstrate that the proposed fuzzy logic-based method achieves lower end-to-end delay and energy usage in comparison with standard AODV and OLSR protocols.

The advantage of the fuzzy approach lies in its ability to integrate multiple factors into routing decisions without requiring precise models or assumptions. This is particularly useful for MESH networks deployed in unpredictable environments. Further improvements are planned, including the integration of machine learning techniques for automatic rule tuning and the expansion of the method to support mobility scenarios.

The proposed fuzzy logic-based routing method for MESH networks demonstrates a significant advancement in handling the inherent uncertainties and dynamic conditions of wireless environments. By leveraging linguistic variables and rule-based decision-making, the approach enables adaptive route selection that balances energy efficiency, reliability, and scalability. Simulation results confirm its superiority over traditional deterministic protocols, especially in scenarios with fluctuating node availability and varying traffic loads. This method offers a promising foundation for the development of intelligent, context-aware routing solutions in next-generation wireless mesh infrastructures.

Keywords: MESH networks, fuzzy logic, routing method, adaptive decision-making, network optimization.

References

1. Nguyen T.H., Nguyen Q.T., Vo Q.B. Fuzzy Logic-Based Routing in Wireless Mesh Networks: A Survey and Future Directions // IEEE Access. – 2023. – Vol. 11. – pp. 50567–50584. – DOI: 10.1109/ACCESS.2023.3267115.

2. Alshammari R., Ng J., Zhang L., Huang C. Energy-Efficient Fuzzy Logic Routing for Wireless Mesh Sensor Networks // Sensors. – 2022. – Vol. 22, No. 9. – Article 3548. – DOI: 10.3390/s22093548.

METHOD FOR OBJECT CLASSIFICATION BASED ON FUNCTIONAL CHARACTERISTICS USING MULTILEVEL SEMANTIC SEGMENTATION

Liu Yiyong, Pustovoitov P., Kompaniets V.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

This paper presents a novel method for object classification that integrates functional characteristics with multilevel semantic segmentation. The approach is particularly relevant for applications involving technical systems, industrial components, and complex machine assemblies where traditional geometric or visual classification proves insufficient.

The core of the method lies in a hierarchical semantic segmentation model that processes object data across multiple abstraction levels. At each level, the model extracts functional features–such as movement type, energy flow, or interaction patterns–and associates them with semantic labels. These labels are then combined through a fusion mechanism to produce a classification output that reflects the object's role and functional behavior.

The method leverages deep convolutional neural networks (CNNs) for segmentation and employs an attention mechanism to focus on contextually significant features. It supports both static and dynamic analysis, allowing classification of objects based not only on appearance but also on their functional use in context.

Experimental validation on a dataset of mechanical subsystems demonstrated improved accuracy and interpretability compared to baseline classification models. The approach is adaptable to various domains including digital twins, industrial diagnostics, and smart manufacturing environments.

The proposed method enhances object classification by incorporating functional characteristics through multilevel semantic segmentation. It improves accuracy and contextual understanding, making it suitable for intelligent diagnostics and advanced technical systems.

References

1. Zou R., Wang Q., Wen F., Chen Y., Liu J., Du S., Yuan C. An Interactive Image Segmentation Method Based on Multi-Level Semantic Fusion // Sensors. – 2023. – Vol. 23, No. 14. – Article 6394. – DOI: 10.3390/s23146394.

2. Shanmugamani R. Deep Learning for Computer Vision: Expert Techniques to Train Advanced Neural Networks Using TensorFlow and Keras // Packt Publishing. – 2021. – 320 p. – ISBN: 9781801076911.

3. Zadaianchuk A., Kleindessner M., Zhu Y., Locatello F., Brox T. Unsupervised Semantic Segmentation with Self-supervised Object-centric Representations // arXiv preprint. – 2022. – arXiv:2207.05027. – https://arxiv.org/abs/2207.05027.

ПРОБЛЕМИ ВИКЛАДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ «УКРАЇНСЬКА МОВА ДЛЯ РОЗРОБКИ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ»

Маммадов Махаммад, Лухіна М.Ю.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Зростання глобалізації, мобільності студентів та орієнтація України на міжнародний освітній простір спричинили суттєве збільшення кількості іноземних студентів. Особливо привабливими для іноземної молоді є спеціальності в галузі інформаційних технологій. Відповідно, зростає потреба у створенні ефективної моделі викладання української мови як іноземної з урахуванням фахових потреб ІТ-студентів, у впровадженні спеціалізованої дисципліни "Українська мова як іноземна для розробки комп'ютерних систем", що поєднує лінгвістичну і фахову компоненти.

Під час розроблення дисципліни виникають такі проблеми:

- іноземні студенти мають різні стартові позиції: рівень володіння українською мовою, культурний контекст, досвід вивчення мов;
- студенти часто зосереджені не на загальному мовному розвитку, а на здобутті професійних навичок: розуміння технічної документації, можливість виконати інструкції викладача, спілкуватися під час захисту курсового чи дипломного проекту;
- лексичні труднощі пов'язані з насиченою, складною, динамічною термінологією ІТ-галузі;
- більшість наявних ресурсів не відображає реалій ІТ-галузі, орієнтовані на побутову або академічну лексику;
- бракує мультимедійних і цифрових ресурсів для самостійного навчання: інтерактивних глосаріїв, симуляцій професійних ситуацій, мовних ігор на базі ІТ-контенту.

Серед потенційних рішень проблем можна виділити такі:

- розроблення модульних програм із фаховим наповненням, які мають бути представлені у вигляді адаптованих текстів з поясненнями;
- створення міждисциплінарних команд викладачів-лінгвістів, програмістів, педагогів для формування єдиної методичної концепції;
- впровадження практикоорієнтованих форм навчання (проєктів, презентацій, кейсів), підготовки портфоліо розробника з елементами української мови для закріплення термінів у реальному контексті;
- залучення цифрових інструментів (чат-ботів) для тренування термінів, інтерактивних платформ, доповненої реальності для візуалізації процесів розроблення.

Такий підхід дозволить створити освітнє середовище, де іноземні студенти зможуть не лише вивчати українську мову, а й використовувати її як ефективний інструмент у своїй професійній діяльності.

ДОСВІД US NSF У ПІДТРИМЦІ МАТЕМАТИЧНОЇ НАУКИ ТА STEM-ОСВІТИ: ТЕНДЕНЦІЇ ТА ІННОВАЦІЇ

Немченко Т.А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Національний науковий фонд (NSF) США, заснований у 1950 році, є ключовою федеральною агенцією, що забезпечує підтримку фундаментальних досліджень у всіх галузях науки, включаючи математичні науки, через розгалужену систему грантів [1]. З моменту свого заснування, NSF відіграє провідну роль у фінансуванні значної частки фундаментальних досліджень в американських коледжах та університетах. У 2024 році річний бюджет NSF сягнув 9.06 млрд дол. США, з яких 1.55 млрд дол. було інвестовано в математичні та фізичні науки, а 1.17 млрд дол. – у програми STEM-освіти.

На сучасному етапі пріоритетом NSF є розвиток STEM-освіти, що зумовлено необхідністю подолання дефіциту кваліфікованих кадрів у цих сферах та розширення залучення недостатньо представлених груп населення до науково-технічної сфери [2]. Фонд активно співпрацює з провідними математичними товариствами США, такими як American Mathematical Society (AMS), Mathematical Association of America (MAA) та Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM).

Співпраця NSF з математичними товариствами включає підтримку студентських дослідницьких програм (Research Experiences for Undergraduates – REU), престижних математичних змагань, а також надання стипендій для студентів STEM-спеціальностей. Особлива увага приділяється інтеграції математичних досліджень з перспективними напрямками, як штучний інтелект, квантові обчислення та кібербезпека. NSF використовує різноманітні інструменти підтримки, включаючи стандартні та продовжувані гранти, угоди про співпрацю та інші види фінансування.

Досвід Національного наукового фонду США у формуванні та реалізації державної політики підтримки математичних наук та STEM-освіти становить значний інтерес для України. Вивчення підходів NSF до фінансування досліджень, залучення молоді до науки та співпраці з науковими товариствами може бути корисним для вдосконалення національних програм підтримки в цих важливих галузях.

Література

1. Site of National Science Foundation. URL: https://www.nsf.gov/ (дата звернення: 15.04.2025).

2. National Science Foundation. (2024). Improve Representation in the Scientific Enterprise: Agency Priority Goal | Action Plan | FY 2024 – Quarter 1. URL: https://assets.performance.gov/APG/files/FY2024/Q1/FY2024_Q1_NSF_Progress_Improve_Representation_in_the_Scientific_Enterprise.pdf (дата звернення: 15.04.2025).

DOUBLE DEGREE PROGRAMS AS A TOOL FOR INTERNATIONALIZATION OF ENGINEERING EDUCATION

Prytychenko H., Meshkov D.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

The internationalization of technical education remains a key strategic goal for modern universities, particularly in the context of increasing global academic integration. y integrating elements of international study, curriculum harmonization, and intercultural experience, double degree programs have emerged as a powerful pathway for fostering globally oriented engineering education. They not only open doors to academic exchange but also cultivate the adaptability and cross-border competencies essential for today's professionals.

In the last twenty years, institutions of higher education across Europe, Asia, North America, and–more recently–Ukraine have actively integrated double degree initiatives into their international development agendas, recognizing their value in expanding academic cooperation and student mobility. These programs enable students to study at two universities simultaneously, obtain two official diplomas, follow harmonized curricula, gain practical academic and cultural experience abroad. In engineering education, such programs support not only academic mobility but also the alignment of technical standards, innovation ecosystems, assessment formats, and qualification requirements. In addition, they foster professional growth for teaching staff, stimulate joint research, contribute to the modernization of curricula and teaching methodologies.

The DSG2 program (Deutschsprachige Studiengänge 2), implemented jointly by NTU "KhPI" and Otto von Guericke University Magdeburg (Germany), is a strong example of a sustainable and content-rich international double degree initiative. The DSG2 program has proven particularly valuable under martial law in Ukraine, when many academic initiatives are under threat. Thanks to its flexibility and strong institutional support, DSG2 allows students to continue their education abroad while maintaining academic ties with their home university and preparing to return and apply their knowledge in Ukraine. The program serves not only an educational role, but also a social and integrative one, helping to preserve and develop the country's intellectual capital.

The experience of implementing double degree programs such as DSG2 clearly demonstrates that they are not only a tool of internationalization, but also a mechanism for building resilience in higher education systems during times of crisis and instability. Looking ahead, these educational models have the potential to shape a new cohort of Ukrainian specialists–professionals with a global outlook, strong competitiveness, and meaningful engagement in both national and European academic and research ecosystems.

References

1. URL: https://www.duz.de/beitrag/!/id/1518/von-der-stange-passt-nicht (дата звернення: 17.04.2023).
2. URL: https://doi.org/10.6017/ihe.2011.62.8533 (дата звернення: 26.04.2025).

ОСОБЛИВОСТІ ПІДГОТОВКИ СТУДЕНТІВ З ДИСЦИПЛІНИ «КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА»

Романюк О. Н., Майданюк В. П., Романюк О. В., Чехместрук Р. Ю.
Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Підготовка студентів з дисципліни «Комп'ютерна графіка» [1] є важливою складовою навчальних планів спеціальностей, пов'язаних з комп'ютерними науками, інженерією програмного забезпечення, прикладною математикою, автоматизацією та дизайном. Основною метою навчальної дисципліни є формування у здобувачів вищої освіти фундаментальних знань, практичних умінь і навичок щодо створення, обробки, моделювання та візуалізації графічної інформації з використанням сучасних апаратно-програмних засобів.

Студенти ознайомлюються з основними типами графіки, включаючи растрову, векторну, фрактальну та тривимірну, а також із теоретичними засадами побудови зображень на основі математичних перетворень. Значна увага приділяється практичному використанню графічних бібліотек та API (зокрема OpenGL, DirectX, WebGL), які дозволяють створювати візуалізації у 2D та 3D просторах. Вивчаються основні алгоритми комп'ютерної графіки: алгоритми рендерингу, растризації, затінення, трасування променів, побудови моделей освітлення, згладжування країв та текстурування поверхонь. У межах дисципліни студенти освоюють інструменти для створення графіки, зокрема Adobe Photoshop, Illustrator, CorelDraw, Blender, 3ds Max, GIMP, Inkscape, що дозволяє їм оволодіти практичними навичками обробки графічного контенту. Також формуються навички створення та трансформації графічних примітивів, обчислення нормалей, побудови мешів, анімації та налаштування матеріалів у тривимірному просторі. Важливим елементом підготовки є вивчення графічних інтерфейсів користувача, методів візуалізації великих даних, а також створення інтерактивних візуальних середовищ, зокрема для веб, ігор чи доповненої реальності. Студенти залучаються до проєктної роботи, в межах якої виконують курсові та лабораторні проєкти, що імітують реальні завдання у сфері графічного моделювання та дизайну. Після проходження курсу Студенти володіють знаннями математичних основ графіки, вміють реалізовувати графічні алгоритми, створювати графічні сцени та ефекти, а також адаптувати графіку до потреб програмного забезпечення або цифрового продукту. Здобуті знання й навички є основою для подальшого професійного розвитку в сферах 3D-моделювання, візуалізації, комп'ютерних ігор, цифрового дизайну, інтерфейсної інженерії, а також наукової візуалізації.

References

1. Романюк О. Н. Романюк О. В., Чехместрук Р. Ю. Комп'ютерна графіка : електронний навчальний посібник / О. Н. Романюк,– Вінниця : ВНТУ, 2023. – 147 с.

TEACHING ENGLISH AS A LANGUAGE OF EDUCATION FOR INTERNATIONAL TECHNICAL STUDENTS

Sadkovska V.A., Berkutova T.I., Vrakina V.V.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

NTU "KhPI" carry out a broad programme of international cooperation, training foreign students, permanently strengthening and expanding scientific and engineering ties with leading organizations and institutions of higher education in many countries of the world. The university has set up international offices to increase the number of exchange students, faculty exchange programs, calls for joint international research projects, access to communities abroad using Information Technology, or the links for academic cooperation and cultural understanding. English is fast becoming the preferred language in higher education. This paper considers the problems and challenges of teaching English as a language of education for international students. Education in English does not facilitate the integration of foreign students in their host countries so cross-cultural communication questions should be included in the programme. International students entering the universities often have very different levels of knowledge of English and it creates additional obstacles to overcome during the lessons. Online education for a long period also influences all the aspects of teaching foreign language. [1] Participation in the British Council Projects supports the teachers of Foreign Languages Department with the effective teaching materials and methods to satisfy the learners' needs. The projects aim at improving the level of English language competency both of university teachers and students resulting in their active participation in international events, integrating English as a medium of instruction, promoting international cooperation and developing higher education in line with European standards. [2] Knowledge of English has become an essential skill for their higher education and will bring certain benefits in terms of finding a job. Courses with exchange programmes in foreign universities or with full-immersion apprenticeships in foreign countries are becoming the norm. As a result, the university should match the international mission with a language development strategy.

References

1. Berkutova T.I., Vrakina V.V., Sadkovska V.A., Pedagogical Conditions of Using Multimedia Technologies in the Process of Teaching English at a Non-Language University under the Conditions of Distance Learning. Теорія і практика управління соціальними системами №1, 2023, с.54-64. Retrieved from http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/64139

2. Garmash S., Sakovska V. New Approaches to Teaching English for Special Purposes/Pedagogy in Modern Conditions: collective monograph/ Boston: Primedia eLaunch. 2020, p.329. Retrieved from http://repository/kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/49771

DIGITAL STRATIFICATION OF UKRAINIAN STUDENTS

Sheina L.O.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

The modern world is the one, which cannot be imagined without computers, smart gadgets, and artificial intelligence. They are involved into different fields, different processes, including the process of education. To surf the Internet while searching for the necessary information for studying is a normal everyday activity. Using content produced by artificial intelligence for educational needs is widely spread among both teachers and students.

In 2020 people all over the world had to start working and studying online because of coronavirus and quarantine. For most of them, it's the past. Meanwhile in Ukraine some of those students, who entered in 2021, have their fourth online year of Bachelor's Degree almost without breaks. In 2020 transfer to online happened not only unexpectedly but also without tested and recommended software and very often without more or less appropriate hardware and accessories. When the urgency to study online came in 2022 teaching staff and students were, more or less so-called, "morally prepared" to accept this necessity. But what about technical capabilities to join online studying process?

The aim of our discourse is to find out if the aspect of technical background is still influent nowadays in studying online. The actuality of the work is provided by the fact that in modern world online studying is a solution while prolonged emergency state (epidemic, war, ecological or technogenic disaster, etc.). And also it is a possibility to get the desired education in a calm and peaceful environment if a person has special needs, which don't let the one move to another part of the world or communicate in reality etc.

According to the observations, the following can be said. The most common technical problems are poor Internet connection, microphone or/and speaker disability, inappropriate software. They look ordinary but while studying can cause misheard (and, respectively, mispronounced in the case of a foreign language), misunderstanding, gaps in necessary educational information, lack of skills trained and practical experience, problems with concentration etc.

Unfortunately, in present day situation there are students who can have the only gadget, with no possibility to change, improve or fix it. So, even if these students want to take active part in the studying process they are not able to do it. That`s why they are not in the same conditions as students with appropriate technical background. As the result, such students have not enough possibilities to adopt everything proposed by university in full.

This fact should be taken into account during the studying process. Organization of online lectures, double periods and proposed tasks should predict technical problems and their consequences for educational capacity to reach the highest productivity of studying. This also concerns software to be used for online education. It should be the most adoptable for a wide range of different models of gadgets.

TECHNOLOGY OF PETROLEUM-BASED PLASTIC GREASE WITH VARIOUS FUNCTIONAL PURPOSES

Tulska A.G., Zhou Suiyu

National technical university "Kharkiv polytechnic institute", Kharkiv

Plastic grease (also called plasto-grease or structured grease) is a semi-solid lubricant made by thickening a base oil with a soap or other thickening agent. It's called "plastic" not because it contains plastic, but because of its plastic-like, moldable consistency–it holds its shape but can flow under pressure.

How Plastic Grease Is Made

Plastic grease is produced through a controlled blending and chemical reaction process that consists of the following steps:

1. Base Oil Selection. Mineral oil (from petroleum refining) or synthetic oils (like PAO or esters) are used. The origin of base oil determines the viscosity, temperature resistance, and lubricity of the final product.

2. Thickener System. The soap thickener gives grease its plastic, semi-solid form. Most common soap-based thickeners:

- Lithium soap (most popular)
- Calcium, aluminum, sodium, barium soaps
- Complex soaps (e.g., lithium complex – better heat resistance)
- Non-soap thickeners (clay, silica, polyurea) for special applications

3. Cooking (Saponification). Fatty acids (often from animal/vegetable sources or synthetic) react with metallic hydroxides (like LiOH) in a heated base oil. This creates a soap dispersion throughout the oil.

4. Cooling and Finishing. After thickening, the grease is cooled while mixing continues to ensure consistency. Additives are introduced at this stage:

- Anti-wear agents (AW)
- Extreme pressure (EP) additives
- Antioxidants
- Corrosion inhibitors
- Colorants or dyes

References

1. ASTM International. (2021). Standard classification and specification for automotive service greases (ASTM D4950). Retrieved from https://www.astm.org.

2. ASTM International. (2020). Standard test method for cone penetration of lubricating grease (ASTM D217). Retrieved from https://www.astm.org.

3. International Organization for Standardization. (2017). ISO 6743-9: Lubricants, industrial oils and related products (class L) – Classification – Part 9: Family X (Greases). Geneva, Switzerland: ISO.

OPTIMIZATION OF CDS LAYER PROPERTIES FOR ENHANCED PERFORMANCE OF THIN-FILM SOLAR CELLS

Yu Rongfeng, Leliuk S.Yu., Minakova K.O., Kirichenko M.V., Zaitsev R.V.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Thin-film solar cells based on CdTe and $Cu(In,Ga)Se_2$ (CIGS) are promising for large-scale terrestrial energy production due to low cost and high efficiency. A key component is the wide-bandgap cadmium sulfide (CdS) buffer layer, which influences p-n junction formation, carrier separation, and minimizes interface recombination. This research analyzes CdS thin films deposited by vacuum thermal evaporation and the "hot wall" method, focusing on their structural, optical, and electronic properties. The vacuum method limits substrate temperature to ~200°C due to sulfur volatility, while the "hot wall" method allows heating up to 450°C, enabling near-equilibrium growth. A known temperature-dependent relation describes the vapor pressure of CdS during evaporation.

$$\lg P = -A/T + B, \quad (1)$$

where A = 10460 and B = 6.3 within the temperature range 600–900°C [1].

X-ray diffraction analysis revealed that films deposited at higher substrate temperatures exhibited improved crystallinity, with reduced microstrain and larger grain size. These factors enhance charge carrier mobility and reduce recombination at grain boundaries. Optical characterization showed that the transmission spectra and the bandgap energy of the CdS layers are strongly dependent on deposition parameters and film thickness. The absorption coefficient α was calculated using the Bouguer–Lambert law:

$$\alpha = \ln((1 - R)/T) / t, \quad (2)$$

where T is the transmission, R is the reflection coefficient, and t is the film thickness.

The bandgap energy E_g was determined using T_{auc} plots from spectral measurements:

$$(\alpha h\nu)^2 = A(h\nu - E_g), \quad (3)$$

demonstrating that increasing film thickness from 880 Å to 2550 Å results in a bandgap decrease from 2.33 eV to 1.96 eV [1]. This correlates with an increased absorption coefficient and reduced reflectivity, indicating improved optical absorption in the visible range. The study showed that CdS layers deposited using the "hot wall" method exhibited fewer recombination-active defects and improved band alignment at the heterointerface in CdS/CdTe and CdS/CIGS structures [2, 3]. Based on these results, optimized substrate temperatures, annealing regimes, and thickness control were recommended to enhance film quality. Overall, precise control of deposition parameters significantly improves charge carrier transport and reduces recombination, leading to better solar cell performance.

References

1. V.A. Mikhailov, S.Yu. Ratinov, Vacuum deposition of CdS films and their structure, Semiconductors, 2007, Vol. 41, pp. 123–128.

2. N.M.R. Peres, F.D. Klironomos, S.W. Tsai, J.M.D. Lopes dos Santos, A.H. Castro-Neto, Electromagnetic response of chemically substituted graphene, arXiv:0705.0304v1 [cond-mat.mtrl-sci], 2007.

3. A.H. Castro Neto, F. Guinea, N.M.R. Peres, K.S. Novoselov, A.K. Geim, *The electronic properties of graphene*, Rev. Mod. Phys., 2009, Vol. 81, pp. 109–162.

APPLICATION FOR MODELING ATTACKS IN WIRELESS NETWORKS AND DEVELOPING DETECTION METHODS

Yuan Zhiyong, Zhou Zhihua, Voronets V.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

With the growing complexity of wireless communication systems, ensuring their security against cyberattacks has become a top priority. This study presents an application developed for modeling various types of attacks in wireless networks and for testing the effectiveness of detection algorithms under different network conditions.

The application simulates popular attack types such as jamming, spoofing, Sybil, and wormhole attacks [1]. It allows users to configure network topology, mobility patterns, and traffic characteristics while injecting malicious behavior at defined time intervals. This setup provides a realistic testbed for evaluating detection techniques in controlled but diverse scenarios.

Detection methods based on statistical analysis, anomaly detection, and machine learning algorithms are integrated into the platform. These include threshold-based detectors, support vector machines (SVM), and deep learning models [2] trained on behavioral patterns of legitimate versus malicious nodes.

Implemented in Python with support for integration with NS-3 and Wireshark [3], the application provides comprehensive logging and visualization tools. Performance metrics such as detection accuracy, false alarm rate, and detection delay are automatically calculated.

The tool serves as a practical environment for cybersecurity research in wireless networks. It enables rapid prototyping and validation of intrusion detection systems (IDS), making it suitable for academic and industrial use.

The developed application provides a flexible and effective platform for simulating attacks in wireless networks and evaluating detection methods. It supports realistic testing, accelerates IDS development, and enhances cybersecurity research through integrated analytics and visualization tools.

References

1. Meleshko A., Desnitsky V. The Modeling and Detection of Attacks in Role-Based Self-Organized Decentralized Wireless Sensor Networks // Telecom. – 2024. – Vol. 5, No. 1. – pp. 145–175.

2. Manivannan R., Senthilkumar S. Intrusion Detection System for Network Security Using Novel Adaptive Recurrent Neural Network-Based Fox Optimizer Concept // International Journal of Computational Intelligence Systems. – 2025. – Vol. 18, Article 37.

3. MT S., Aminanto A.E., Aminanto M.E. Empowering Digital Resilience: Machine Learning-Based Policing Models for Cyber-Attack Detection in Wi-Fi Networks // Electronics. – 2024. – Vol. 13, No. 13. – Article 2583.

SENSOR NETWORK DEPLOYMENT METHOD USING MULTILEVEL NODE CLUSTERING

Zhang Jinyu, Yin Hang, Pustovoitov P.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Efficient deployment of sensor nodes is a critical aspect in the design of wireless sensor networks (WSNs), especially for applications requiring long-term autonomous operation. This paper proposes a multilevel node clustering method for sensor network deployment that balances energy consumption, improves coverage, and enhances scalability.

The approach is based on a hierarchical clustering model [1], where nodes are organized into local clusters with designated cluster heads. These cluster heads, in turn, form higher-level clusters in a recursive manner. The deployment algorithm takes into account factors such as node density, residual energy, and inter-node distance to dynamically assign roles and organize the network.

A hybrid metric combining coverage redundancy and communication cost is used to select optimal cluster heads at each level. Simulations performed using MATLAB and OMNeT++ show that the proposed method significantly prolongs network lifetime [2] and reduces energy imbalance compared to traditional single-level clustering approaches such as LEACH or HEED.

The multilevel architecture supports modularity and facilitates localized data aggregation and transmission, which reduces overall communication overhead. The method is especially effective in large-scale and heterogeneous deployment scenarios, where adaptability and hierarchical organization are crucial.

The multilevel node [3] clustering method significantly improves the deployment efficiency of sensor networks by optimizing energy consumption and enhancing coverage. Its hierarchical structure enables better scalability and localized data processing, making it especially effective for large-scale and heterogeneous environments. This approach supports longer network lifetime and more balanced resource usage compared to traditional clustering techniques.

References

1. Akkaya K., Younis M. A Survey on Clustering Algorithms for Wireless Sensor Networks // Elsevier Ad Hoc Networks. – 2005. – Vol. 3, No. 3. – pp. 325–349. – DOI: 10.1016/j.adhoc.2003.09.010.

2. Sharma S., Bhondekar A.P., Tiwari M.K. Wireless Sensor Networks: Deployment Strategies, Network Optimization, and Applications // Springer. – 2020. – 232 p. – ISBN: 9789811535081.

3. Yick J., Mukherjee B., Ghosal D. Wireless Sensor Network Survey // Computer Networks. – 2008. – Vol. 52, No. 12. – pp. 2292–2330. – DOI: 10.1016/j.comnet.2008.04.002.

OPTIMIZATION METHOD FOR MAC PROTOCOLS FOR HETEROGENEOUS COMMUNICATION NETWORKS

Zheng Jiangwen, Luo Xuan, Okhrymenko M.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Heterogeneous communication networks combine different access technologies, traffic types, and service requirements, which poses significant challenges to the design and optimization of Medium Access Control (MAC) protocols. This work proposes an optimization method aimed at improving MAC performance in such complex environments by dynamically adapting to traffic conditions and node capabilities.

The method integrates traffic classification [1], resource allocation, and adaptive contention resolution into a unified optimization framework. Each node monitors local traffic characteristics–such as delay sensitivity, burstiness, and source priority–and adapts MAC parameters accordingly. The optimization objective is to maximize throughput and fairness while minimizing delay and packet loss.

The approach is based on multi-objective optimization using fuzzy logic to handle uncertainties in traffic behavior and network dynamics [2]. A hybrid algorithm combining fuzzy inference and genetic optimization is developed to tune MAC parameters like backoff intervals, slot durations, and priority weights. The proposed method is compatible with IEEE 802.11 and 802.15.4 standards and can be implemented as an extension layer.

Simulation experiments carried out in NS-3 show that the method outperforms traditional static MAC schemes in terms of latency [3], throughput, and QoS compliance under mixed traffic conditions. It also demonstrates scalability and robustness in networks with varying node densities and mobility patterns.

The proposed optimization method for MAC protocols effectively addresses the challenges of heterogeneous communication networks by enabling adaptive, traffic-aware access control. Through dynamic tuning of MAC parameters using fuzzy logic and multi-objective optimization, the approach enhances throughput, reduces latency, and maintains QoS across diverse network conditions. Its flexibility and compatibility with existing standards make it a practical solution for real-world deployments.

References

1. Stallings W. Wireless Communications & Networks // Pearson Education. – 2nd ed. – 2005. – 608 p. – ISBN: 9780131918353.
2. Zungeru A.M., Ang L.-M., Seng K.P. Radio Frequency Medium Access Control for Wireless Sensor Networks: A Survey and Future Research Directions // Springer. – 2018. – 250 p. – ISBN: 9783319925552.
3. Sauter M. From GSM to LTE-Advanced Pro and 5G: An Introduction to Mobile Networks and Mobile Broadband // Wiley. – 4th ed. – 2021. – 608 p. – ISBN: 9781119763004.

DEVELOPMENT AND RESEARCH OF A SOFTWARE COMPONENT FOR ASSESSING THE VULNERABILITY OF WEB APPLICATIONS TO SQL INJECTIONS

Zhoutao Sheng, Andrii Kopp
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

SQL injection is a common web application security vulnerability where attackers deceive backend databases into executing unexpected commands by inserting malicious SQL code into user input [1]. This vulnerability may lead to serious consequences such as data leakage, data tampering, identity bypass, etc.

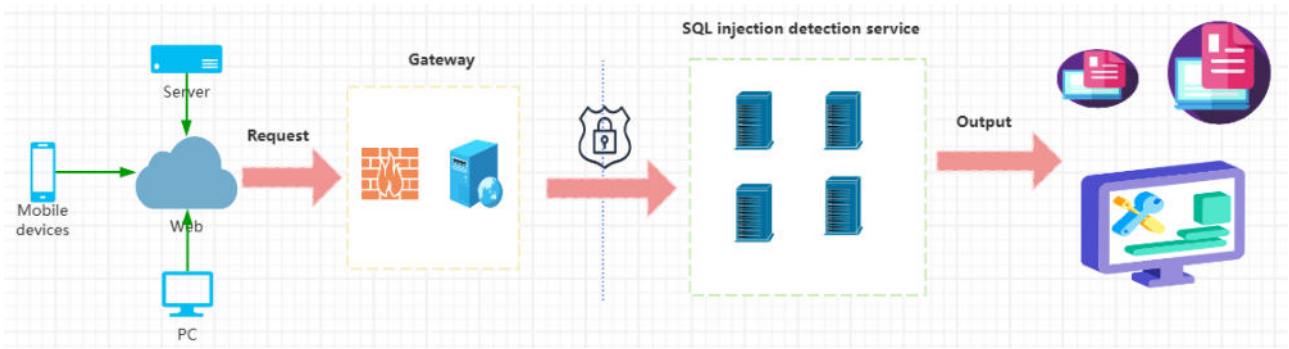


Fig. 1. – The Web applications to SQL injections architecture

This system is a software component used to evaluate SQL injection vulnerabilities in web applications. It combines static code analysis and dynamic penetration testing techniques, adopts a modular design, and supports automated scanning, risk assessment, and visual reporting [2].

This software component adopts a three-tier architecture design: data collection layer (static analysis, dynamic monitoring), analysis engine layer (rule-based detection, machine learning model detection), and visualization layer (generating interactive reports, displaying vulnerability distribution, risk level, and repair suggestions). Adopting key detection techniques: hybrid detection technology, adaptive rule engine, automated scanning, rule-based detection, machine learning model (LSTM – Long Short-Term Memory) to detect abnormal query patterns [3].

This component effectively enhances the detection capability of SQL injection vulnerabilities and the security of applications through intelligent analysis technology. In the future, support for more database types and detection of new injection attacks will be expanded, and integration with DevSecOps tools will be optimized.

References

1. OWASP. SQL Injection Prevention Cheat Sheet [Electronic resource]. – 2023. – Access: https://owasp.org/www-project-cheat-sheets/cheatsheets/SQL_ Injection_Prevention_Cheat_Sheet.html

2. Microsoft. Power BI Data Visualization Best Practices [Electronic resource]. – 2023. – Access: https://learn.microsoft.com/en-us/power-bi/create-reports/power-bi-report-best-practices

3. Zhang M. Web security detection technology based on machine learning // Information Security Research. – 2022.

ОСОБИСТІСНО-ОРІЄНТОВАНИЙ ПІДХІД ДО НАВЧАННЯ ІНОЗЕМНИХ МОВ В ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ ТЕХНІЧНОГО СПРЯМУВАННЯ

Юрченко В. В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В фокусі даного дослідження – проблема адаптації особистісно-орієнтованого підходу в навчанні іноземних мов до реалій викладання в закладах вищої освіти технічного спрямування. З урахуванням специфічних рис особистісно-орієнтованого підходу до навчання іноземних мов, а саме: 1) ідеї автономності та активності здобувачів освіти як центральної ідеї підходу; 2) розвитку мовленнєвих навичок та вмінь в процесі навчання і водночас пріоритетності розвитку особистості як цільового вектору підходу; 3) необхідності обрання навчальних матеріалів та технологій у відповідності до здібностей та вподобань, потреб та інтересів здобувачів освіти; 4) центральної ролі здобувачів освіти і, отже, необхідності створення для них максимально психологічно комфортних умов навчання – в одній з попередніх робіт автором запропоновано доповнити особистісно-орієнтований підхід до викладання іноземних мов навчанням на основі теорії множинних інтелектів [1].

Психологічну теорію множинних інтелектів вперше запропонував американський вчений, спеціаліст у галузі когнітивної психології, Говард Гарднер [2]. Згідно з його теорією, традиційне поняття «моноінтелекту» є теоретичною абстракцією, оскільки насправді люди мають потенціал для розвитку комбінації різних інтелектів або сфер інтелекту. Гарднер визначив та описав сім вроджених інтелектів: 1) лінгвістичний інтелект; 2) логіко-математичний інтелект; 3) музичний інтелект; 4) тілесно-кінестетичний інтелект; 5) просторовий інтелект; 6) внутрішньоособистісний та 7) міжособистісний інтелект. У подальших роботах вчений додав до переліку також природознавчий та екзистенціальний інтелекти.

Спираючись на основні положення теорії множинних інтелектів, є доцільним організувати навчання іноземних мов в закладах вищої освіти технічного спрямування, орієнтуючись на потреби студентів із розвиненим логіко-математичним інтелектом. Не менш важливим пріоритетом, продиктованим сутністю мовного навчання, є розвиток лінгвістичного інтелекту. З метою розвитку зазначених типів інтелекту, автор пропонує використовувати розробки послідовників Г. Гарднера – М. Бермана та М. Крістісона [3, с.235-236].

Література

1. Юрченко В. В. Особистісно-орієнтований підхід до навчання іноземних мов в закладах вищої освіти. *Наукові записки кафедри педагогіки.* 2024. №54. С. 78-86

2. Gardner H. *Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences.* New York: Basic Books, 1985

3. Richards J. C., Rodgers T. S. *Approaches and Methods in Language Teaching*. 3rd edn. Cambridge University Press, 2014. 410 p.

СЕКЦІЯ 7
МІЖНАРОДНА ОСВІТА

7.2 МІЖНАРОДНА ГУМАНІТАРНА ОСВІТА

APPLICATION OF CHATBOTS IN FOREIGN LANGUAGE TEACHING IN NON-LANGUAGE UNIVERSITIES

Berkutova T.I., Vrakina V.V., Sadkovska V.A.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

In the era of rapid technological evolution, the educational sector is undergoing a transformation, driven by the integration of artificial intelligence (AI). One of the key innovations is the use of chatbots—neural network-based systems capable of supporting interactive communication.

One of the defining features of AI-based chatbots like ChatGPT is their ability to respond based on context, creating more natural and relevant communication scenarios. They remember previous inputs and generate responses accordingly, which enhances the realism of dialogue. This capacity allows students to engage in meaningful conversations, pose and answer questions, and explore different discussion topics. Such dynamic interaction fosters communicative competence and encourages active participation in the learning process.

For students in non-language disciplines, chatbots offer a wide range of educational benefits, including:

- Improving reading, writing, and speaking skills;
- Expanding vocabulary and improving lexical choice;
- Enhancing the style and fluency of written and spoken language;
- Providing real-time access to dictionaries, definitions, and grammar explanations.

Despite the wide range of capabilities that AI can offer, the central figure in the learning process remains the teacher. Chatbots should not replace teachers, but rather serve as supplementary tools that enhance the individualisation and flexibility of the learning process. Teachers can use chatbot interactions to identify learners' needs, monitor progress, and design more targeted instruction.

The integration of chatbot technologies into foreign language teaching opens promising perspectives, particularly for students at non-language universities. These tools make learning more adaptive, interactive, and accessible. As AI technologies continue to advance, it is likely that even more sophisticated chatbot systems will emerge, offering increasingly personalised and effective support for language acquisition.

ЩОДО ПОШИРЕНОСТІ КУРІННЯ СЕРЕД ДІТЕЙ, ЯКІ ПРОЖИВАЮТЬ У МІСЬКІЙ ТА СІЛЬСЬКІЙ МІСЦЕВОСТІ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Бондаренко Д.А., Дорошенко Т.С., Максименко Ю.А., Сойнікова А.В.
Державна установа «Одеський обласний центр контролю та профілактики хвороб Міністерства охорони здоров'я України», м. Одеса

Не зважаючи на те, що за даними ВООЗ спостерігається поступове зниження вживання тютюнових виробів (далі – ТВ), останні роки з'являється багато альтернативних способів куріння, зокрема замінників тютюну (далі – ЗТ), які стають дедалі популярними серед підлітків, але також не є безпечними для здоров'я.

Метою нашого дослідження було вивчення статистичних показників поширеності куріння серед дитячого населення Одеській області. **Матеріали та методи.** Дослідження проводилось з вересня 2023 року по грудень 2024 року шляхом анонімного онлайн-опитування за створеною Google-формою. Об'єктом дослідження були діти 10-17 років, які проживають у Одеській області. Всього пройшли онлайн-опитування 282 хлопчика та 407 дівчаток, з них проживають в міській місцевості (далі – ММ) – 150 хлопчиків та 243 дівчаток, в сільській місцевості (далі – СМ) – 132 хлопчики та 164 дівчаток.

Результати дослідження. Дослідження показало, що перші проби куріння серед респондентів приходяться на вік у дівчаток – 12-14 років, серед хлопчиків – 10-14 років. Серед дівчаток достовірно більше тих, хто згідно опитування не вживає ні ТВ, ні ЗТ (хлопчики: 85,82±2,08%, дівчинки: 90,01±1,42%; $t=2,02$, $p<0,05$). Відповіли, що курять ТВ 7,45±1,56% хлопчиків та 5,41±1,12% дівчаток ($t=1,06$, $p>0,05$). Серед хлопчиків достовірно більше ніж серед дівчаток тих, хто відповів, що курить виключно ЗТ (хлопчики: 4,26±1,20%, дівчинки: 1,47±0,60%; $t=2,07$, $p<0,05$). 6,03±1,42% хлопчиків та 2,21±0,73% дівчаток не курять, однак мають досвід першої проби ($t=2,39$, $p<0,05$).

Аналіз отриманих даних в залежності від місцевості, в якій проживають респонденти (ММ або СМ), виявив, що в ММ у порівнянні з СМ достовірно більше дівчат, які курять ТВ (ММ: 7,82±1,72%, СМ: 1,83±1,05; $t=2,97$, $p<0,05$). Серед хлопчиків, які проживають у ММ або СМ достовірних відмінностей – не виявлено.

Висновки. Таким чином, дослідження показало:

- хлопчики раніше за дівчаток пробують курити (хлопчики – у 10-14 років, дівчата – у 12-14 років);
- серед дівчаток достовірно більше тих, хто згідно опитування не вживає ні ТВ, ні ЗТ;
- серед хлопчиків достовірно більше ніж серед дівчаток тих, хто відповів, що курить виключно ЗТ;
- в ММ у порівнянні з СМ – достовірно більше дівчаток, які курять ТВ;
- 0,03±1,42% хлопчиків та 2,21±0,73% дівчаток не курять, однак мають досвід першої проби.

DEVELOPMENT OF LEADERSHIP POTENTIAL OF A FOREIGN STUDENT IN THE HUMANITIES

Vorobiova Ye.V., Chelik Ahu
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

In the work, it is analyzed that the modern society needs competent active professionals who can quickly and skillfully determine the goals of their activities, forecast achievements, overcome difficulties, build relationships with people, work in a team, and fully express their creative potential and leadership qualities.

The activation of the leadership potential of international students during online learning at a higher education institution is most successfully carried out in the process of effectively organized educational and cognitive activity, as it is key in shaping the internal potential of students and contributes to the development of spiritual and moral qualities of the individual, which allows them to build their activities in accordance with generally accepted values and traditions. In such conditions, international students have the opportunity to gain socially significant personal experience as a synthesis of knowledge, ways of activity and thinking, cultural norms, life meanings, and social attitudes and norms of behavior. This process is especially significant for international students of humanitarian profiles in the context of online learning.

International students need to understand the essence of leadership potential, know the qualities that form its basis, and realize their importance in the process of their professional activities in the humanitarian field. To implement this process, it is necessary to introduce certain pedagogical conditions by teachers with the aim of students' value-based understanding of leadership potential and its significance in personal development. For example, at the bachelor's level, this can be the discipline "Psychology of Managerial Activity of a Leader," and at the master's level, "Leadership in Pedagogical Activity." In particular, discussions can be organized on the topic of choosing a particular profession and the importance of leadership in its successful execution.

The development of psychological and pedagogical foundations for activating the leadership potential of university students in the process of educational and extracurricular activities is a relevant and promising direction both theoretically and practically. The modern education system needs new psychological and pedagogical approaches to the process of forming leadership qualities in student youth, which corresponds to modern requirements and the system of values of society.

An important condition for the formation and development of leadership potential is the creation of situations in which the individual can learn to exercise leader behavior through role-playing and business games, trainings, case methods, and other interactive learning technologies.

РОЛЬ ФІЗИЧНОЇ АКТИВНОСТІ СТУДЕНТІВ ДЛЯ УСПІШНОГО СКЛАДАННЯ СЕСІЇ

Воробйова Є.В., Аманов Орал, Юсупов Тайли
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

Велика кількість досліджень, які демонструють, що фізична активність покращує фізичне і психічне здоров'я. Бути активним зменшує ризик ожиріння, діабету, куріння в майбутньому і депресії. Фізична активність також може призвести до кращих соціальних результатів, таких як щастя і довіра до інших. Дослідження також демонструють, що фізична активність підтримує виконавчу функцію і метакогніцію, і вона асоціюється з покращенням академічних досягнень. В останні роки деякі країни зменшили час, витрачений на фізичну активність та освіту в освітніх закладах, спрямовуючи більше часу на академічні предмети з надією, що це приведе до покращення академічної успішності і, зрештою, результатів у подальшому житті. Однак це не завжди так, і насправді зменшення часу, витраченого на фізичну активність і рух, може призвести до гірших академічних результатів. Більше того, цифрова революція суттєво зменшила час, який студенти проводять у активному стані, і сидячий час перед екраном пов'язаний з гіршим психічним і фізичним здоров'ям.

Нейронаукові дослідження, зосереджені на покращенні як виконавчої функції, так і метакогніції, визначили втручання в фізичну активність, які можуть покращити аспекти виконавчої функції, такі як робоча пам'ять і здатність швидко міркувати і абстрактно думати для розв'язання проблем.

Існує кілька способів, як викладачі можуть використовувати рух і фізичну активність цілеспрямовано, щоб сприяти позитивній поведінці та навчанню. По-перше, вони можуть зосередити увагу на кількості часу, витраченого на фізичну активність, і на її інтенсивності: наприклад, одноразова сесія аеробної активності може бути використана для підвищення рівня адреналіну та дофаміну в тілі, що негайно покращує увагу. Практика аеробної активності протягом кількох тижнів збільшує формування нових кровоносних судин і нейронів у мозку, і ці стійкі зміни в структурі мозку сприяють покращенню пам'яті та навчання.

Також можливо інтегрувати види фізичної активності, які мають цільові академічні чи навчальні переваги поряд з академічним навчанням у групі. Ширший підхід до видів фізичної активності полягає в застосуванні когнітивно збагачених рухових фізичних активностей.

Фізичну активність можна вмістити у день студента через рутинні діяльності в процесі навчання. Це може включати активні перерви, які тривають від п'яти до десяти хвилин і включають фітнес, аеробні вправи, такі як біг або стрибки зіркою, або деякі з вище згаданих активностей та ігор.

Однак основним способом, яким студенти можуть відчути фізичну активність, є курс фізичного виховання.

FORMATION OF PROFESSIONAL COMPETENCE OF FUTURE SPECIALISTS IN THE CONDITIONS OF DISTANCE LEARNING

Vorobiova Ye.V., Yang Yang
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

In this paper we have defined the concept of "distance learning", which is considered as a set of methods, techniques, means, methods and forms of learning that make up the educational process, which we can realize on the principles of distance technology (availability of mobility, modularity of the course, clear control over the quality of education, availability and effectiveness of communication infrastructures for the realization of educational technologies, updating the qualities of the pedagogical staff, transfer of information in an electronic format).

In the process of the analysis of psychological and pedagogical sources regarding the analysis of the structure and level of expression of the professional competence of a specialist in the field of Internet technology. of professional competence of a specialist in the sphere of Internet technologies were analyzed.

The following components were identified: motivational and value (professional-personal readiness to utilize Internet resources and technologies in pedagogical practice); cognitive-operational cognitive-operational (the level of competence in the sphere of the use of Internet technologies, the ability to use Internet technologies in the educational process); reflexive-projective (high level of reflexive reflexive-projective (high level of reflexive abilities, readiness to evaluate one's own competence in the field of Internet technologies and readiness for self-development).

Therefore, since distance learning is more effective not only from economic and informational perspectives but also creates conditions for lifelong learning due to its accessibility, it represents a form of education that corresponds to the rapid pace of societal development and is a modern form of intellectual and professional socialization of a person in contemporary society.

Overall, distance education possesses significant potential in forming the professional competence of future specialists, as it contributes to the development of the ability to acquire knowledge from various sources of information, including cognitive ones; the ability to evaluate and explain emerging problematic situations; the ability to apply knowledge and information literacy; mastery of foreign professional terminology and relevant professional communication techniques and the ability to apply them in practice; mastery of information technologies; the ability to productively collaborate with various partners in groups and teams, perform different roles and functions in a collective; perseverance in performing various activities and the ability for creative thinking and creativity.

Thus, distance learning contributes to enhancing the quality of professional competence development through the application of modern teaching tools, as well as working in an autonomous mode along individual educational trajectories.

ВИТОКИ ТА ПОХОДЖЕННЯ УКРАЇНСЬКОЇ МЕДИЧНОЇ ТЕРМІНОЛОГІЇ З НАЙДАВНІШИХ ЧАСІВ

Гомон А. М.
Національний технічний університет «Харківский політехнічний інститут», м. Харків

На терені України лікувальна справа існувала дуже давно. Особливий слід в Україні залишили наші далекі предки – люди Трипільської культури, які вирізнялися високим знанням лікувальної справи. У них вперше виникло письмо у вигляді клинопису. Їхня клинописна абетка ввійшла в основу семітської, грецької та латинської абеток, а вихідці з українських земель – фінікійці – привнесли її в арабську абетку.

Наприкінці 5 тис. до н.е. знаменитий лікар Царака написав клинописом перший трактат з медицини «Яюр-Веді» («Наука відродження, або знання про людське відродження»). Тут вперше написано про пологи, збереження та раціональне відновлення людського роду.

Вихідці з України були добрими знавцями лікувальної справи, дуже часто їх запрошували до інших країн. Так, Токсаріс (7–6 ст. до н.е.), якого неправильно називають скіфом, навчав греків лікувальній справі. Греки прозвали його Геросом, потомком бога Асклепія, покровителем асклепіядів (лікарів). Його занесено до грецького пантеону.

Останні дослідження львівського вченого Василя Кобилюха показують, що мова трипільців – «санскрит» – є основою сучасної української мови. «Медицина» на санскриті це – «медга + іц + іна» – вміння користуватися великою мудрістю.

Первісними медичними термінами можна вважати: ящур (той, що жертвує їжею), сап, бешиха, кір, ядуха, роди, матка, вагіта, шва, шво, вата, йода, шіті, вії, ніс, митра, галава, лоба, чола, шока, лікі, санітар, асистент тощо. Лікувальна справа у людей Трипільської культури базувалася на багатовіковій практиці осіб, які передавали свій досвід з роду в рід. Досвідченого лікаря називали Ескулапа (той голова роду, що очолює пошук, вибір). Такий лікар мав право мати свою школу і помічників. Засновник грецької наукової медицини вибрав собі саме це прізвище – Ескулап (1321 – 1243 рр. до н.е.).

ЛЕКСИЧНА СКЛАДОВА ЯК ВАЖЛИВИЙ КОМПОНЕНТ СТАНОВЛЕННЯ КУЛЬТУРИ МОВЛЕННЯ ОСОБИСТОСТІ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ УКРАЇНСЬКОЇ МОВИ

Дяченко О.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасному суспільстві мовна освіта спрямована на становлення культури мовлення як одного з її пріоритетних напрямів в умовах подальшого розвитку української мови як державної. Серед найважливіших компонентів цього процесу є лексична складова мови, яка є підґрунтям для формування мовної особистості, що відбувається як у процесі свідомого засвоєння лексичних одиниць, так і через практику мовлення.

Слід зазначити, що лексична складова української мови – це не лише певна сукупність або звичайний набір слів, а розгалужена система, до якої входять і кількість значень, і стилістичне забарвлення, і походження, і взаємні відношення, а найголовніше – сфера вживання певних мовних засобів. Вивчення різноманітних лексичних явищ у межах таких розділів, як лексикологія, лексикографія, етимологія, культура мовлення, семантика та ін., збагачує мовне мислення українських та іноземних студентів, формує їхню здатність шукати та аналізувати відповідні лексичні одиниці у контексті, вміння критично мислити, уникати лексичних помилок, добирати найбільш точні слова для передачі змісту, зокрема за фаховим спрямуванням, розрізняти лексичне і граматичне значення слів, диференціювати загальновживану лексику та термінологію будь-якої наукової галузі. Таким чином, формування комунікативно-мовленнєвої компетентності у студентів різних спеціальностей передбачає цілеспрямований розвиток лексичних навичок аудіювання, говоріння, читання та письма. У цьому контексті лексична компетенція, що визначається як здатність людини адекватно продукувати та інтерпретувати мовлення, є головною передумовою ефективної діяльності, особливо у професійному середовищі.

Оволодівши лексичними нормами, студент зможе реалізувати себе у двох формах вираження мови – усній і письмовій, в яких продемонструє власну лексичну компетенцію у різних життєвих ситуаціях, зокрема, у фаховій сфері, маючи великий активний словниковий запас, що забезпечує змістовність висловлювань, варіативність, доречність і стилістичну гнучкість. А лексична необізнаність, навпаки, призведе до шаблонності, мовленнєвих штампів, повторень, порушення норм етикету мовлення та зниження якості комунікації загалом.

Отже, лексична складова сучасної української літературної мови відіграє фундаментальну роль у процесі становлення культури мовлення кожної особистості. Глибоке і свідоме опанування лексики є важливим етапом для формування комунікативного, інтелектуально й мовно розвиненого, компетентного спеціаліста, здатного ефективно й гідно думати та спілкуватися в різних сферах життєдіяльності.

STORYTELLING AS A TOOL FOR STUDENTS' LEARNING ACTIVITY

Karasiova O.V.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

The article mainly focuses on the problems of students' learning activity with the help of storytelling technique which helps motivate students, risen students' interests and create friendly atmosphere at the lesson.

The analyses of the studied materials have shown that storytelling can really play an important role in students' engagement at English and help teachers to organize students' work in a proper way. It has been found out that storytelling can make learning more engaging, memorable and meaningful, improve learning outcomes. For example, the teachers from Acacia University, Arizona, are sure that storytelling influences learners emotionally, facilitates better comprehension by providing context and connections between ideas, especially with visual aids, audio, video elements. They suggest such practices for implementing narrative storytelling as finding engaging stories on the bases of your own or students' experience; creation of interesting storylines using clear structure, drama, conflict, resolution etc. [1]

The results of the experiment done by the researchers from Colorado University have shown that the storytelling is popular in gamified training and helps to make training enjoyable when the real tasks can be solved or found out with the gamified actors. It has been proved that storytelling has its impact on students' memory and retention. [2]

It has been found out that to develop some storytelling skills we needn't be afraid to borrow stories, be strategic with stories we share, become familiar with the "Heros' Journey" when learners understand different perspectives, obtain new knowledge or improve the skills. To maintain students' engagement we should use videos, visuals and polls. Moreover, it's important to be intentional with your tone of voice while telling a story. [3]

In conclusion, we can surely say that storytelling is a key skill for learning future specialists which can involve students into training, develop their learning competencies, skills and abilities. It is a powerful tool for learners' engagement and retention in the educational process.

References:

1. How Narrative Storytelling Enhance Learning Across Subjects? // Acacia, Arizona University. − URL: https://acacia.edu/blog/how-narrative-storytelling-enhances-learning-across-subjects/

2. Psico-smart Editorial Team. Publication Date: November 29, 2024 // PsicoSmart.− URL:https://psico-smart.com/en/blogs/blog-the-role-of-storytelling-in-gamification-how-narrative-drives-engagement-and-learning-in-training-programs-182058

3. Gallo S. Storytelling: A Powerful Tool for Learner Engagement and Retention // Training Industry. − 2024. − August 28. − URL: https://trainingindustry.com/articles/professional-development/storytelling-a-powerful-tool-for-learner-engagement-and-retention-cptm/

THE POSSIBILITIES OF CHATBOTS IN LEARNING OF THE ENGLISH LANGUAGE

Kompaniiets I.V.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Today chatbot is the most popular, high quality and popular tool in the modern world of IT-technologies. Chatbots are programmes created for using artificial intelligence technologies such as natural language processing and machine learning. They function according to predefined algorithms, simulating human speech and behaviour.

The most popular and convenient tool in teaching a foreign language in higher education institutions is the GPT-Chatbot based on the language model (GPT-3.5; GPT-4, etc.). A distinctive feature of the ChatGPT is its ability to generate text in a given language on any kind of topic. Such texts can be used both as additional reading and as a basis for lexical and -grammatical tasks. can create a simplified or complicated version of the source text, allowing the same text to be adapted according to the learner's proficiency level. A Neural Network can create a simplified or complicated version of the source text, allowing the same text to be adapted according to the learner's proficiency level. In addition to texts, the chatbot is able to create a dialogue, where you can also specify its subject and set the appropriate parameters of the communicative situation. For example, the chatbot can give an English grammar test by asking questions about sentence structure, tense agreement and other grammatical rules. After each question, the chatbot provides feedback on whether the answer was correct or incorrect, as well as explaining mistakes and giving examples to help students better learn the rules.

One of the most favoured methods of assessing knowledge while using chatbots for learning English is question-based testing. Chatbots can be customised to create a series of questions or tasks that assess understanding of different aspects of the language, such as grammar, vocabulary or pronunciation. A chatbot can also provide instant feedback, which can help learners identify their strengths and weaknesses and focus on improving areas that need extra attention.

Using the ChatGPT, it is possible to provide the interaction between students necessary for learning English. In this case students can cooperate in their activity. For example, two students can be paired up to practice booking a hotel. The chatbot gives tasks and instructions and then maintain the conversation between the students. It sends the results of the dialogue to the lecturer, who can provide feedback based on the data received.

However, despite all its advantages, the use of chatbots in education has certain disadvantages, such as the lack of personal communication between teacher and student, as well as the limited ability of chatbots to assess accurately the level of knowledge of students.

In conclusion, we can surely say that the use of chatbots in English language learning is a perspective direction in modern education.

ЕЛЕКТРОННИЙ ПІДРУЧНИК – СУЧАСНИЙ ЗАСІБ НАВЧАННЯ УКРАЇНСЬКІЙ МОВІ ЯК ІНОЗЕМНІЙ

Кримець О.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Одним із видів сучасного підручника має бути електронний підручник, який містить інформативну та методичну базу звичайного паперового видання, задовольняючи потреби, що виникають у процесі дистанційного навчання. Водночас наповнення, структура, склад електронного видання будуть відрізнятися від друкованого, адже воно мусить містити новітні мультимедійні технології – гіперпосилання, інтерактивні вкладки [1].

Основою сучасного електронного видання для іноземних студентів має бути концепція комп'ютерної підтримки навчання українській мові як іноземній за умов дистанційної освіти. Це передбачає активне застосування можливостей комп'ютерних технологій та гіпертексту, а також модульну організацію електронного навчального простору, за якої реалізуються всі види мовленнєвої діяльності: читання, письмо, аудіювання, говоріння. На відміну від традиційного паперового підручника, розрахованого на лінійне засвоєння навчального матеріалу, електронний підручних передбачає модульну систему навчання, варіативну послідовність в опануванні матеріалу, стимулює особисту пізнавальну діяльність. Гіпертекст, що є основою електронного підручника, дає можливість здійснювати навчання шляхом поєднання відео, звуку, друкованого тексту та комп'ютерної графіки, всіх видів вербальної та невербальної інформації. Це досягається шляхом застосування системи гіперпосилань, що дає можливість зробити процес навчання максимально ефективним.

В електронному підручнику моделюється аудіовізуальне мовне середовище, тобто типові ситуації спілкування, які студенти можуть не лише спостерігати, а й брати в них участь, що сприяє розвитку комунікативних навичок. Відео з типовими ситуаціями спілкування разом з друкованим текстом є головним навчальним матеріалом, дає змогу реалізувати дидактичний принцип навчання усім видам мовленнєвої діяльності, зокрема слуханню та говорінню. Це є особливо актуальним за умов викладання української мови іноземним студентам, що не знаходяться у мовному середовищі. Для тренування передбачається виконання вправ різного типу, зокрема складання речення або тексту з різних елементів, синонімічні заміни в тексті, перевірка розуміння тексту за допомогою тестів, відтворення тексту.

Умови дистанційного навчання спонукають до пошуку нових методів та засобів, одним із яких є створення електронних підручників, які мають більшою мірою, ніж паперові видання, сприяти розвитку всіх видів мовленнєвої діяльності іноземних студентів.

Література

1. Фіголь Н. Електронний навчальний посібник чи підручник: до проблеми визначення. Вісник Нац. ун-ту «Львівська політехніка». Серія «Проблеми української термінології». 2012. № 733. С. 53–56.

AI AS AN ART STUDENT: CHALLENGES, RIGHTS AND EQ

Larchenko Victoriya
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

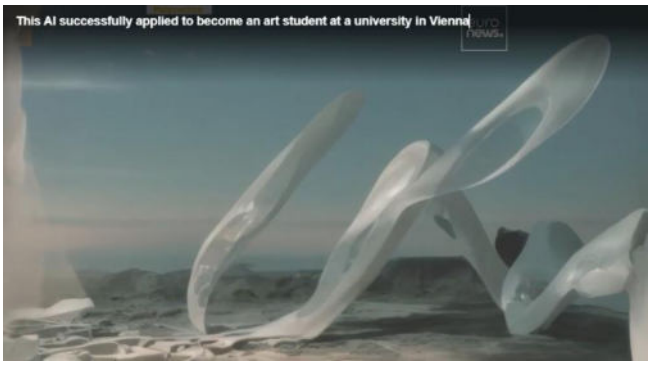
AI has become an integral part of the human's life in a lot of areas, from everyday life to scientific research. AI is widely used in education in both learning and teaching as a tool to enhance the efficiency of these processes: "The ever-expanding capabilities of AI make it feasible for it to develop personalized learning experiences, to streamline administrative operations, to improve student assessment, and to give teachers with crucial insights." [1, p. 1].

The recent case has changed the function of AI in education. The AI named Flynn became a student of the University of Applied Arts in Vienne in February 2025 [2]. It was developed by two students at the same University to explore the potential AI can have in both learning and art. Thus, they submitted its entrance application. Flynn passed the submission exam as well as the interview (see Pic. 1) and was taken in as the pilot program as being a bright student the University needs. Flynn might even receive a diploma.



An AI agent, created to behave like an art student, interviewed, and was later accepted, to the University of Applied Arts in Vienna on Feb. 28. (Video: Marcin Ratajczyk)

Picture 1. Flynn AI is at its entrance interview



Picture 2. A Flynn AI-generated image

Questions have arisen about the AI's equal rights as a student with other human students, the assessment of its assignments (see Pic. 2) and in-class participation as well as its EQ towards other students and faculty. Moreover, there are a lot of artists who oppose the idea of high-tech companies using social media images for AI machine learning as their works are of human creativity. However, there have been cases where Chat GPT has been listed as a co-author in papers, but the human authors have been asked not to include the chatbot in the author list.

The phenomenon is new and it needs to be studied from different perspectives to understand the outcomes for both education and humankind.

References:

1. Agal Sanjay. AI in Education: Empowering Leaning and Teaching. Gwalior, Madhya Pradesh: Xoffencer, 2023. – 206 p.
2. Wu Daniel. An AI is going to art school – and might earn a diploma. Meet Flynn. // The Washington Post. 2025. https://www.washingtonpost.com/technology/2025/04/16/ai-art-school-vienna/

PHRASEOLOGY IN ACADEMIC AND PROFESSIONAL DISCOURSE: PRAGMATIC ASPECTS

Lazareva O., Sukhanova T.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

In modern scientific and technical discourse, accuracy and formality are key requirements for texts, which leads to minimizing the use of figurative and expressive language. Phraseological units, traditionally associated with literary, journalistic, and colloquial styles, are often considered inappropriate in technical texts due to their potential ambiguity and dependence on cultural context. However, despite the trend toward standardization, some set expressions not only persist but are actively used in technical communication, enhancing the effectiveness of information exchange.

The relevance of this study is driven by the need to analyse the mechanisms behind the survival of phraseological units in technical texts, their role in shaping professional discourse, and the challenges associated with their translation. In a globalized world where English serves as the primary language of technical and scientific communication, phraseological expressions can either facilitate the understanding of complex concepts or, conversely, create barriers due to their specificity and cultural distinctiveness.

The aim of this study is to identify the key factors influencing the retention of phraseological units in technical texts, analyse their functions, and examine the peculiarities of their translation.

The study is based on the analysis of set expressions in English-language technical texts, their equivalents in other languages, and the peculiarities of their use in scientific articles and professional communication. Special attention is given to the challenges that arise when translating technical phraseological units and the strategies that can be employed for their adequate rendering in other languages.

The analysis has shown that in technical texts, certain set expressions primarily serve a practical function by simplifying and clarifying the meanings as well as rendering them some vividness. Below are examples of phraseological units that may appear in technical texts: "State of the art" (This software represents the state of the art in machine learning); "In the loop" (Keep me in the loop regarding any updates on the project); "Under the hood" (Let's take a look under the hood to understand how this system operates); "By and large" (By and large, the system has been performing well); "At the forefront" (Our research team is at the forefront of renewable energy innovation); "Out of the box" (This software works out of the box without the need for any additional configuration); "On the same page" (We need to make sure that the team is on the same page before starting the project); "Ballpark figure" (Can you provide a ballpark figure for the cost of the new software?); "To iron out (issues)" (We need to iron out the issues before the product launch.

Translation of such phraseological units implies deep understanding of their origins and function in order to find a relevant unit in the target language. The findings of this research will contribute to a deeper understanding of the role of phraseological units in technical discourse and help develop effective approaches to their adaptation.

THE SUGGESTOPEDIC APPROACH IN FOREIGN LANGUAGE TEACHING: THE ROLE OF DIRECT AND INDIRECT SUGGESTION

Мартинчук О.О., Дьомочка Л.В.
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", м. Харків

In Lozanov's methodology, two main types of suggestion are identified: direct and indirect. **Direct suggestion** is aimed at conscious processes, while **indirect suggestion** works with the unconscious. Examples of conscious processes include structured learning activities such as vocabulary acquisition, grammar analysis, or translation tasks conducted through direct teacher-student interaction.

Indirect suggestion involves communicative factors beyond conscious awareness, such as the teacher's voice tone, intonation, facial expressions, posture, gestures, and rhythm of speech. The classroom environment also plays a significant role that is elements such as lighting, decor, acoustics, and seating arrangements function as indirect stimuli that influence students' mental states. These two forms of suggestion are often referred to as two dimensions of the learning process: the rational (conscious) and the irrational (unconscious) (Stevick, 1976: 43).

All types of suggestion can either support or hinder language acquisition. Therefore, it is essential that stimuli on both levels complement rather than contradict each other. In other words, every element of the educational and communicative setting serves as a stimulus processed by the learner's mental activity. The more consciously language teachers manage both the conscious and unconscious factors in the learning environment, the more likely they are to unlock the students' mental potential.

To create an effective language-learning environment in a **technical university**, several powerful tools of suggestion may be implemented to overcome the anti-suggestive barriers common among engineering students, who often exhibit reduced linguistic confidence and communication readiness.

These tools include: a well-organized **physical setting**: a visually pleasing classroom, proper lighting, acoustics, and comfortable seating to support relaxation and focus; t**eacher behavior**, demonstrating: a well-developed sense of authority without pressure; the ability to induce a receptive, curious, and even playful mindset in students, particularly during technical content instruction; mastery of "dual-plane" behavior that is simultaneously addressing both conscious and unconscious levels through language, voice, facial expressions, and movement; the use of **music**: specially selected tracks to accompany "concert-style" presentation of technical material or to create a relaxed mental state during complex tasks; t**houghtfully designed written materials**, combining technical accuracy with suggestive visual layout; v**isual stimuli**, such as posters, technical diagrams, and illustrations, which activate associative thinking and help students process abstract concepts.

Thus, even in the field of **English for Specific Purposes (ESP)** for engineers, Lozanov's method provides an effective framework for reducing language barriers and facilitating deeper, more intuitive learning of professional vocabulary and structures.

COMPETENCE-BASED APPROACH TO TRAINING THE HIGH SCHOOL STUDENTS-INTERPRETERS DURING ONLINE LEARNING

Neustroieva G.O., Ponomarenko N.V.,
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv
Hromov Vadym, Kazakova N.A.,
V.N.Karazin Kharkiv National University, Kharkiv

This paper considers the competence-based approach to training the high school students-interpreters during online learning. The formation of a single educational space in Europe involves changes in the system of higher education. These changes concern the sphere of organization of the educational process and control of its quality. In general, all transformations have a single goal to increase the level of knowledge of qualified specialists and make them competitive in the European labor market. Improving the quality of education is possible by presenting its results in the form of competencies in disciplines. A competency-based approach to defining the goals and results of education enhances its practical orientation, which fully corresponds to modern views and requirements for the educational process. The formation of competence acts as the result of the educational process. This approach allows us to more clearly define all the steps of training. We consider it appropriate to evaluate the rating of students' competencies in the disciplines of the educational program. This corresponds to the modern view of education as a process, the result of which should be the formation of various types of competencies. Consequently, the result, i.e. competencies, should be assessed. This approach allows improving the quality of teaching in terms of its compliance with European requirements.

There is no doubt that communicative competence is a certain structure. In the model proposed by the Common European Framework, the following are distinguished:

1. Linguistic competence is knowledge of linguistic means for creating grammatically correct and meaningful statements and the ability to use this knowledge.
2. Pragmatic competence is knowledge of the correspondences between communicative intentions and statements that implement them, between the variable form of an utterance and the situational conditions of a speech act.
3. Sociolinguistic competence is knowledge of the relationships between linguistic signs and their situational meaning. When teaching foreign languages, the formation of linguistic competence is considered the main one.

In the competence-based approach to the learning process, it is necessary to compare the stages of mastering the material with the level of proficiency in a foreign language according to the scheme proposed by the Europian Council. This is a rather complex process, since various types of speech activity are distinguished (writing, reading, speaking, etc.) and within them, the stages of passing the competencies may be different.

The fundamental competencies in determining the content and methods of teaching are clearly formulated and personally oriented. The types of learning tasks are built in logical accordance with the competencies that need to be developed.

АНГЛІЙСЬКА МОВА ЯК ЗАСІБ ІНТЕГРАЦІЇ УКРАЇНСЬКИХ СТУДЕНТІВ У МІЖНАРОДНУ ГУМАНІТАРНУ СПІЛЬНОТУ

Новицька Д.Є.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У відповідь на нові виклики, спричинені повномасштабним вторгненням Росії, вищі навчальні заклади України змушені були оперативно адаптуватися до умов дистанційного навчання та потреб студентів у реаліях воєнного часу, зокрема забезпечити безперервність освітнього процесу в умовах нестабільності. Одним із ключових напрямів трансформації стала інтеграція українських студентів у міжнародне освітнє середовище.

Інтенсифікація мовної підготовки відбулася завдяки впровадженню нових організаційних моделей та активному використанню цифрових платформ, таких як **Zoom, GoogleMeet, Moodle, Edmodo,** що забезпечили оперативний перехід на онлайн-формат. Крім того, дедалі більше студентів і викладачів інтегрують до навчального процесу масові відкриті онлайн-курси з платформ **Coursera, EdX, FutureLearn,** деякі з яких відкрили безкоштовний доступ для українців.

Зокрема, платформи **Zoom, GoogleMeet та Teams** стали головним каналом синхронної комунікації, що дозволяє реалізовувати міжкультурну взаємодію — запрошувати іноземних лекторів, проводити спільні заняття з іншими університетами, брати участь у міжнародних воркшопах. Платформа **Moodle**, у свою чергу, забезпечує асинхронну частину навчання: доступ до матеріалів, домашніх завдань, тестування та індивідуальних завдань. Moodle дає змогу зберігати навчальний прогрес, підтримувати безперервність процесу і дозволяє викладачам персоналізувати підхід до кожного студента.

Інтеграція **Teams** та **Moodle** в єдину освітню екосистему сприяє гнучкості навчального процесу, поєднуючи синхронне та асинхронне навчання, живе спілкування з можливістю самостійного вивчення матеріалу. Завдяки цьому англійська мова перестає бути суто академічною дисципліною й набуває практичного значення як інструмент доступу до глобальної гуманітарної взаємодії.

Також все більшої актуальності набуває комунікативний підхід, орієнтований на розвиток функціональної мовної компетенції — здатності ефективно спілкуватися в конкретних життєвих і професійних ситуаціях. Адже з початку війни зросла кількість стипендій, грантів та освітніх програм для українських студентів (DAAD, Erasmus+, Open Society Foundations). Англійська мова стала критичною умовою участі. Крім того, студенти можуть приєднуватися до міжнародних гуманітарних ініціатив, працювати з іноземними НУО, проходити онлайн-стажування, брати участь у вебінарах і конференціях завдяки володінню англійською мовою.

Таким чином, комунікативний підхід в умовах воєнного часу перестає бути лише педагогічною методикою — він перетворюється на інструмент підтримки гуманітарної мобільності, інтеграції та гідності української студентської молоді.

MICROPLASTICS IN THE HUMAN BODY - REALITY OR MYTH?

Pavlenko R.V., Podolska Y.A.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

Plastic is the most popular material in all sectors of the economy. Plastic has many advantages: it is cheap, light, convenient, dielectric, has a fairly long lifespan, etc. But plastic also has serious negative qualities: environment is polluted due to the impossibility of recycling and there is a large difference between the amount of manufactured and recycled plastic; plastic is accumulated in the human body.

Microplastics are small plastic particles up to 5 millimeters in size that penetrate the human body through air, food and water.

Today, scientists are conducting research that has revealed that by the end of life, approximately 1 teaspoon of microplastic accumulates in the human body throughout life. Most of the plastic accumulates in the human brain, liver and kidneys.

The consequences of the accumulation of microplastics can be: inflammatory diseases, cancer, cardiovascular diseases, endocrine diseases, diseases of the nervous system, respiratory diseases and damage to the kidneys and liver.

To reduce microplastics in the body, it is advisable to use more glass and ceramic dishes instead of plastic, reduce the consumption of fast food and processed foods as much as possible, drink filtered water, avoid frequent heating of plastic containers in the microwave, and monitor hygiene products and household chemicals.

Finally, when developing curricula in the fields of engineering and manufacturing, it is important to consider the environmental issues plastic accumulation and recycling.

References:

1. Boucher, J. and Friot D. (2017). *Primary Microplastics in the Oceans; A Global Evalution of Sources*. Gland, Switzerland: IUCN. 43pp.

2. Thompson RC, Courtene-Jones W, Boucher J, Pahl S, Raubenheimer K, and Koelmans A. (2024). Twenty years of microplastic pollution research - what have we learned? DOI:10.1126/science.adl2746

ОСОБЛИВОСТІ ВИКЛАДАННЯ ІНОЗЕМНОЇ МОВИ ДЛЯ СТУДЕНТІВ ІТ-СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ В УКРАЇНСЬКИХ ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ

Павлова Л.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сьогодні ІТ-сектор є стратегічно важливим напрямом розвитку держави. Тому закономірною й постійною є потреба суспільства в ІТ-спеціалістах. Аналіз джерел дозволяє виокремити наступні ключові освітні тенденції в навчанні ІТ-фахівців: *Microlearning, адаптивне навчання (індивідуальна траєкторія навчання), практико-орієнтоване навчання, спрямоване на конкретні результати, гейміфікація навчання, компетентнісний підхід в освіті, мобільне навчання, масові відкриті онлайн-курси, формальне й неформальне навчання, STEAM-освіта (Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics), переформатування навчальних просторів, що включає перевернуте навчання (зміна ролі студента та викладача), e-Learning, розширення сфери використання моделей змішаного навчання, самостійно спрямоване навчання.*

Для формування професійно орієнтованої англомовної компетентності у майбутніх ІТ-спеціалістів доцільно виокремити такі компоненти:

– лінгвістичний (формування мовної і мовленнєвої компетентностей);

– лінгвосоціокультурний (вміння враховувати соціальні й культурні норми спілкування);

– предметний (відповідає за предмет мовлення);

– психологічний (формування навичок і вмінь адекватно оцінювати співрозмовників, впевнено виступати серед інших учасників комунікації та розуміти психологічну підготовку до усного іншомовного спілкування);

– навчально-стратегічний (вибір мовленнєвих стратегій) [1].

Відпрацюванню кожного компонента з активним залученням студентів, їхній спільній роботі, розвитку критичного мислення, емоційного інтелекту та спроможності розв'язувати проблеми сприяють інтерактивні методи навчання (*онлайн-діалоги й кейс-методи, метод мозкового штурму та обміну думками (think-pair-share), метод презентацій, рольові ігри*).

Література:

1. Назаренко І. Компонентний склад професійно орієнтованої англомовної компетентності в говорінні у майбутніх інженерів програмного забезпечення. *Наукові записки. Педагогіка.* 2018. №3. С. 135–140.

ЗАПОЗИЧЕННЯ З АНГЛІЙСЬКОЇ МОВИ В УКРАЇНСЬКОМУ ДІЛОВОДСТВІ

Писарська Н.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків

У роботі розглянуто питання запровадження запозичень з англійської лексики в мову ділових паперів. Слід зазначити, що такі запозичення є цілком природніми та з'являються з об'єктивних причин, адже використання англійської мови відбувається в усіх сферах суспільного життя. Проте, необхідним є помірковане та доцільне використання таких запозичень.

Активне залучення англійських слів у діловодство пов'язане з міжнародною співпрацею українських установ і організацій. Невід'ємною частиною такої взаємодії є належне оформлення різного типу документів. Чималою проблемою тривалий час було використання буквального перекладу (калькування), що призводило до спотворення слів та порушення норм мовної політики.

Перекладання офіційно-ділових документів потребує ретельного та уважного підходу, адже необхідним є як збереження первинного змісту документа, що перекладається, так і дотримання стандартів оформлення офіційно-ділової документації.

Зазвичай при перекладі офіційно-ділових паперів застосовують запозичення, що увійшли до української мови, пройшли необхідну інтеграцію та закріпилися в нашій мові, наприклад, «імпічмент», «резидент», «прецедент». Поява таких запозичень зумовлена тим, що в українській мові немає точних відповідників їм.

Цікавими для дослідження є запозичення, які відбуваються шляхом семантичного (смислового) калькування, наприклад: «шокова терапія» (англ. shock therapy), «жовта преса» (англ. yellow press).

Отже, використання термінів з англійської мови в сучасному діловодстві є доволі поширеним явищем, яке зумовлене багатьма факторами, зокрема підвищенням якості перекладених текстів, а також зручністю використання англійських термінів під час ділового спілкування. Розуміння правил застосування запозичень з англійської мови дає можливість уникати помилок, пов'язаних із неякісним (зокрема, комп'ютерним) перекладом. Проте залучення будь-яких запозичень має бути поміркованим, адже за умови наявності в українській мові перекладного еквівалента, варто використовувати саме їх.

РОЛЬ МУЛЬТИМЕДІЙНОЇ ПРЕЗЕНТАЦІЇ В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОЇ ОСВІТИ

Северин Н.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сучасна освіта немислима без використання інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ), тому до викладача вищої школи висуваються нові вимоги щодо впровадження у своїй діяльності сучасних ІКТ як допоміжного навчального ресурсу. Українські науковці розкривають інформаційну компетентність як провідний вектор якості освіти (Барановська І., Мозгальова Н.), визначають особливості використання ІКТ у процесі навчання (Супрун М., Гордієнко Ю.), вважають впровадження ІКТ у навчальний процес стимулом для розвитку творчої спрямованості пізнавальної діяльності та формування відповідних професійних і особистісних якостей (Бойко Н.), підкреслюють позитивну роль інформаційних і комунікаційних технологій в умовах дистанційного навчання (Шевченко О.). Зарубіжні дослідники фокусують увагу на великій кількості можливостей, які досягаються завдяки використанню ІКТ: самоосвіта; вибір форм роботи з матеріалом, запропонованим викладачем; вибір навчального матеріалу і методів його опрацювання (С. Пейперт, Д. Брунер, Б. Скіннер) тощо. Інформаційні технології в сукупності з правильно підібраними технологіями навчання створюють необхідний рівень якості, варіативності, диференціації навчання та умови для формування ключових навчальних компетентностей [1]. Впровадження ІКТ надає можливість отримання значного обсягу інформації для орієнтації в інформаційних потоках сучасного суспільства.

Одним із засобів інформаційних комп'ютерних технологій, що широко використовуються у навчальному процесі, є мультимедійна презентація. Вона стала зручним інструментом для пред'явлення навчальної інформації в умовах дистанційної освіти завдяки використанню текстів, фотографій, малюнків, таблиць, відео, анімації тощо. Вона передає інформацію в структурованій і візуально привабливій формі, що сприяє кращому засвоєнню матеріалу. Її можна використовувати: при подачі нового матеріалу; при перевірці знань; при закріпленні нової теми; для поглиблення знань. У НТУ «ХПІ» використання презентацій стало вимогою сьогодення. Безсумнівно, у технічному закладі освіти на заняттях з фізики, хімії, математики дистанційно пояснити графіки, схеми, формули, креслення просто неможливо, тому мультимедійні презентації стали затребуваними. Доцільно використовувати презентації й при вивченні української мови як іноземної (при поясненні значень українських відмінків, дієслів руху) та ін. Отже, використання у освітньому процесі ІКТ сприяє підвищенню якості вищої освіти в сучасних умовах.

Література:

1. Кристофович Т.Б. Доцільність використання мультимедійних презентацій на уроках англійської мови. URL: https:// docilnist-vikoristannya-multimediynih-prezentaciy-19985.html.

ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ ВИКЛАДАННЯ УКРАЇНСЬКОЇ МОВИ ІНОЗЕМЦЯМ

Снігурова І.І.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Вивчення української мови як іноземної – це процес взаємодії двох суб'єктів: викладача та студента. В ролі викладача може також виступати онлайн-курс або власна методика. Успіх навчання полягає в цілісному підході до навчального процесу, а саме: в усвідомленні завдань, які треба вирішити. Серед них і розвиток фонематичного слуху, і розуміння правил побудови українського речення, й пошук мнемонічних засобів для стійкого запам'ятовування слів, як, наприклад, надання нових слів у змістовному зв'язку тощо.

Іноземним студентам, які переважно і в більшості випадків володіють однією-двома європейськими мовами, дуже важливо зрозуміти, що українська мова за своєю логіко-граматичною структурою теж відноситься до європейської групи (have-language). В цих мовах логічний і граматичний суб'єкти співпадають. У мовах, які належать до групи be-language, наприклад, у російській, логічний та граматичний суб'єкти є різними членами речення. Це призводить до так званого когнітивного дисонансу в ментальній картині світу студента.

Ми можемо навести декілька прикладів.

Мова	Суб'єкт ...	Предикат ...	... Об'єкт
Англійська	*I...*	*have ...*	*...a book.*
Французька	*J'...*	*ai ...*	*... un livre.*
Німецька	*Ich ...*	*habe ...*	*... ein Buch.*
Датська	*Ieg ...*	*har ...*	*... en bog.*
Українська	*Я ...*	*маю ...*	*... книгу.*

Подібне ми спостерігаємо в інших європейських мовах.

Як бачимо, у всіх наведених мовах категорія приналежності виражається однаковою логіко-граматичною моделлю. Можна навести приклади з інших європейських мов, але ми дослідили, що всі вони мають однакову структуру.

У російської мови, яка відноситься до складу be-language, логічний і граматичний суб'єкт та об'єкт часто не збігаються. Наприклад, у реченні: *У меня* (граматичний об'єкт) *есть* (предикат) *книга* (граматичний суб'єкт).

Це явище викликає у студентів нерозуміння та збільшує навантаження на пам'ять, що ускладнює процес переходу лексичних одиниць у довготривалу пам'ять.

Таким чином, під час навчання іноземних студентів української мови доцільно й важливо враховувати як методичні, так і психологічні засоби для засвоєння навчального матеріалу з метою вивести їх у продуктивне спілкування.

Література:

Thaine C. Teacher Training Essentials: Workshops for Professional Development/Craig Thaine. - Cambridge: Cambridge University Press; Cambridge Copy Collection, 2010. - 127 p.

LANGUAGE TRAINING FOR PHD STUDENTS: THE WAY TO SUSTAINABLE PROFESSIONAL COMMUNICATION

Tomilin O.M.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

This paper analyzes changes in the content and methods of work in groups of PhD students when teaching a foreign language at a technical university. National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute" is one of such universities; moreover, this university is the leading university in Ukraine in many respects, including the representation of specialties, the availability of an educational base, and the level of language proficiency of students. These factors made it possible to develop a course for postgraduate students called "Foreign Language for Communication in the Scientific and Pedagogical Environment".

As can be seen from the title of the course, its main content and methodology are aimed at developing competences that ensure communication in the professional sphere, as well as in the field of higher education. At the same time, the classroom work itself is largely aimed at creating and performing a scientific presentation that meets the required set of content, structural, formal and other criteria of this genre.

The challenges that arise with such a set of competences require a special approach that combines a number of requirements and at the same time provides solutions, including:

1. Sustainable development of professional interaction skills;
2. Integration of skills while creating their own presentations within the framework of communication between representatives of different scientific schools and approaches by comparing their own school and methods;
3. Social and intercultural interaction, especially when communicating between representatives of different cultures, communities and even faiths;
4. Taking into account the individual approach, providing complete freedom in creating and using the presentation text, limited, however, by the scope of the study and recommendations of the student's supervisor;
5. Group discussions on relevant topics;
6. Two types of text, a prepared text-report and an unprepared text-discussion.

References:

1. Isayenko, V.M., Nikolayev, K.D., Babikova, K.O., Bilyavs□kyy, H.O., Smyrnov, I.H. (2014). Stratehiya staloho rozvytku: turystychna haluz. Kyiv: Vydavnytstvo NPU imeni M.P. Drahomanova. (In Ukrainian).

FORMATION OF CRITERIA FOR ASSESSING THE QUALITY OF EDUCATIONAL PROGRAMMES

Turlakova Natalya, Sergeyeva Tetyana
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

The issues of quality of education have always been in demand and have caused heated discussions regarding the choice of evaluation criteria. It should be noted that the quality of education is primarily determined by the quality of educational programs, on the basis of which discipline syllabuses are then formed. The current discourse on quality control has too many general requirements but there is still a lack of system approach that could set the coordinates by which objective quality measurement would be possible.

Developers of educational programs, most of whom are not experts in the field of living dynamic systems (humans and environment), need specific tools. Such tools should be easy to use but contain implicitly the complex patterns of educational activity taking into account internal and external conditions as well as the needs of students in the educational process. The professional and personal development of a student occurs through activity. It is educational activity that determines the quality of development, and therefore education as a whole. This activity has its own patterns that determine the effectiveness of personal development. They should be taken into consideration when it comes to the quality of education.

Effective high-quality educational process is possible on the basis of psychological and pedagogical laws and principles of the student's purposeful development within HEIs. It is necessary: 1) to exert a developmental influence through mental and practical actions rather than the traditional reading of lecture texts; 2) to motivate such actions it is necessary to ensure that the student is aware of the imbalance between his/her personal senses - internal resources - external conditions/requirements, and then provide the opportunity to choose developmental strategies that meet student's needs; 3) to ensure efficiency and optimize the development of the student it is necessary to form a strategic sense-cognitive orientation within educational activities.

Subject teachers should frame their discipline in terms of action to help their students understand their personal senses, personal resources and current professional demands in their interconnection and interdependence. Thus, the personal strategic orientation will be given from the very beginning of the training process. It gives opportunity to organize all subsequent actions of students within optimal, understandable system.

Unfortunately, an analysis of the quality of most educational programs created by "subject specialists" suggests the opposite. Educational programmes are narrowly focused on the subject. To build an effective, truly developmental educational program it is advisable to involve experts in educational activities who understand the pattern of "student-teacher-learning environment" interaction.

ВИКОРИСТАННЯ НАУКОВО-НАВЧАЛЬНИХ ТЕКСТІВ У ПРОЦЕСІ ПІДГОТОВКИ ІНОЗЕМНИХ СТУДЕНТІВ

Чернявська С.М., Немерцова О.Є.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Текст є певним висловленням, що існує в письмовому або усному вигляді. З метою розв'язання методичних завдань використовується навчальний текст. На відміну від тексту, як самостійного об'єкта вивчення, призначення навчального тексту – бути засобом навчання мові. Залежно від цілей навчання текст можна використовувати як інформативне джерело, зразок певного типу повідомлення, як засіб подання мовного матеріалу, зрештою, він може бути тим вихідним матеріалом, на базі якого можна формувати у студентів мовні навички й уміння.

Використання навчального тексту на занятті з української мови як іноземної залежить від підготовки студентів, від етапу навчання. Тому принципом добору навчального тексту й застосування його у процесі навчання повинен стати принцип доцільності, що відповідає поставленим завданням навчального процесу. З точки зору методики, навчальний текст як інформативне джерело повинен відповідати не тільки освітнім цілям, але й нести пізнавально-виховне навантаження. Відібрані тексти повинні бути цікавими й відповідати рівню підготовки тих, хто навчається. Вони характеризуються тематичним змістом, пізнавальною цінністю, інформативною насиченістю, актуальністю й новизною, а також доступністю.

Текст як засіб представлення мовного матеріалу охоче використовується в навчальному процесі. На базі навчального тексту представляється можливим створити систему вправ, за допомогою яких можна «відпрацювати» зі студентами різні навички з урахуванням наявної в мові багаторівневої системи. Тут можуть мати місце фонетичні вправи, вправи на відпрацьовування лексичного матеріалу, тобто на слова й словосполучення, на прийменникове й дієслівне керування, на правильну побудову синтаксичних конструкцій. На текстовому матеріалі можна навчити всіх видів мовної діяльності, а саме, читанню, говорінню, аудіюванню та письму. При навчанні читанню розробляють дотекстові, притекстові й післятекстові вправи. На заняттях, залучаючись до процесу навчальної комунікації, іноземні студенти повинні аналізувати зміст і знаходити шляхи взаєморозуміння в процесі спілкування мовою, яку вивчають.

Успіх у формуванні мовних навичок і вмінь прямо пропорційний змістовній цінності навчального тексту й поставленим завданням і цілям.

Таким чином, при навчанні професійно орієнтованій мові використання текстового матеріалу з урахуванням етапу навчання, вікової категорії тих, хто навчається, жанрово-стилістичних особливостей тексту й поставлених завдань є ефективним і доцільним.

СЕКЦІЯ 8
СОЦІАЛЬНО-ГУМАНІТАРНІ ТЕХНОЛОГІЇ

8.1 АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ СОЦІАЛЬНО-ГУМАНІТАРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

КОРОТКА ІСТОРІЯ УТВОРЕННЯ ГІРНИЧОГО ІНСТИТУТ В ДНІПРІ

Андрієвська В. С., Кабачек В. В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Донецький басейн набув розвитку наприкінці XIX століття. Наприклад, 1890 року було видобуто 183 млн. пудів кам'яного вугілля, 1895 р. - 300 млн., а 1900 р.–672 млн пудів. Тобто, за одне п'ятиріччя продуктивність басейну більш ніж подвоїлася. Саме цей розвиток вимагав інженерів з гірничих спеціальностей.

Положення Катеринослава (нинішнього Дніпра) по відношенню до гірничо-промислової області було сприятливим. На схід від міста розташований колосальний Донецький кам'яновугільний басейн, що включає Бахмутський соляний район, а також розробки інших другорядних корисних копалин (ртуть, вапняки, доломіти, гіпс, цементні мергелі, вогнетривкі глини, будівельні камені та ін.). На захід знаходиться залізорудний Криворізький район. На південний захід від Катеринослава знаходиться Нікопольський марганцевий рудний район, що має світове значення. Залізнична лінія поєднувала ці багатства в єдине ціле.

Питання необхідності відкриття нового вищого гірничо-заводського навчального закладу було порушено на самому початку 1896 року, коли з'явилося багато статей, що висвітлювали цю тему в різній місцевій пресі. У тому ж році Катеринославське місцеве самоуправління порушує клопотання про відкриття вищого гірничого навчального закладу у Катеринославі.

Дорадча контора залізозаводчиків звертається до міністерств землеробства та державних майн та народної освіти із зазначенням на необхідність відкриття ще одного гірничого інституту, у вигляді особливого відділення при Технологічному Інституті у Харкові, та середньої штейгерської школи з відділеннями металургійним та механічним у Катеринославі. У січні 1897 року міністр землеробства та державних майн скликав під своїм головуванням міжвідомчу нараду з представниками гірничого відомства та приватної гірничої промисловості, і незабаром питання про заснування Катеринославського гірничого училища обговорюється в особливій комісії при гірничому департаменті. Остаточно питання відкриття Вищого Гірського Училища було вирішено урядом влітку 1899 р.

Влітку 1898 р. у м. Катеринославі утворюється комітет для збирання пожертв та улаштування будівель Катеринославського Вищого Гірського Училища. Головними спонсорами з'явилися: Катеринославське Міське Управління, З'їзд Гірничих промисловців Півдня Росії, Катеринославське Губернське Земство, великі заводи і рудники, окремі приватні особи. Загальна сума пожертв до моменту виникнення училища досягла приблизно півмільйона рублів. Відкриття Катеринославського Гірського Училища відбулося 30 вересня 1899 р. у тимчасовому приміщенні, у Потьомкінському палаці, а влітку 1900 і 1901 року провадилася споруда вже постійних будівель.

Література:

1. Екатеринославский горный институт имени т. Артема-Сергеева. К предстоящему юбилею 1899-1924. Екатеринослав. Типография им. 1-го мая. 1924. 71 с.

ПРО ЗАЙНЯТІСТЬ НАСЕЛЕННЯ В РОКИ ПЕРШОЇ СВІТОВОЇ ВІЙНИ

Алімов Г. О., Косарім О. О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Будь-яка війна завжди призводила до різкого зниження соціальних стандартів. Перехід виробництва на військове виробництво, призив чоловіків в армію, скорочення ринку споживання, зменшення сировинних запасів на користь військових заказів – ось основні чинники зниження рівня життя.

Ще одним чинником є скрите безробіття та скорочення зайнятості. Цікаво, що перші подібні дослідження було виконано ще в часи Першої світової війни.

Згідно з даними фабрично-заводської промисловості в Варшаві (яка в той час була в складі Російської імперії) за час з 20 липня по вересень 1914 року закрилося 52 фабрики на яких працювало 46,5 тисяч робітників, скоротили своє виробництво більше 1.000 підприємств, на яких число робітників скоротилося на 115.000 чоловік. 125 підприємств розширили своє виробництво, набравши 17.000 нових робочих. Становище фабричної промисловості у Варшаві на 20 вересня 1914 року характеризувалося наступними даними: припинили роботу 79 підприємств, на яких працювали більше 11.000 робітників; працювали скороченим варіантом 51 підприємство, на яких працювало майже 13.000 чоловік з яких 7.500 стали безробітними [1, с. 213].

Таким чином, 6 днів на тиждень працювало лише 5.400 осіб, кілька днів на тиждень працювало понад 11,5 тисяч осіб та понад 23.000 осіб були зовсім позбавлені роботи. Вже до першого вересня 1914 р. становище було значно складнішим: проблеми з'явилися у понад 65.000 осіб. При цьому кількість безробітних перевищувала 41.000 осіб, а роботу мали лише близько 24.000 осіб.

6 днів на тиждень працювали тільки заводи, які мали замовлення військового відомства. Робітники, які працювали менше двох днів на тиждень, не могли забезпечити харчування своїх сімей.

Крім того у Варшаві було багато підприємств не фабричного типу, так званих ремісничих майстерень. Інколи в них працювало до 50 робітників. Також була велика кількість посередницьких контор, магазинів, які роздавали роботу додому. Число робітників цих підприємств сягало 25.000 чол. Практично усі вони, за виключенням невеликою кількістю кравців, працюючих на проїжджих офіцерів, стали безробітними.

За самими скромними оцінками, кількість безробітних у Варшаві ще до кінця 1914 р. досягала 50.000 осіб, а разом із сім'ями до 150.000 осіб. Цікаво, що заборона продажу алкогольних напоїв в Імперії відбилася на заводах пивоварних і горілчаних, всі вони поступово скоротили виробництво і навіть деяких з них було зовсім закрито. Але в течії небагато часу більшість з них знайшло вихід. На частині підприємстві почали виготовляти різного роду шипучі напої, інші зайнялися виробництвом сухарів для потреб армії [1, с. 223].

Література:

1. Тюрин С. П. Труд и заработная плата в фабрично-заводской промышленности. М. Городская типография, 1915. С. 212-240 с.

ТЕХНОЛОГІЇ 3D-МОДЕЛЮВАННЯ ЯК ЕФЕКТИВНИЙ ОСВІТНІЙ ІНСТРУМЕНТ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ МИСТЕЦТВА

Барановська І.Г.
Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, м. Вінниця

Сучасні освітні тенденції вимагають нових підходів до підготовки майбутніх учителів мистецтва, здатних не лише передавати знання, а й творчо переосмислювати культурну спадщину, використовуючи інноваційні технології. 3D-моделювання відкриває широкі можливості для дослідження, збереження та популяризації мистецької об'єктів, сприяючи розвитку креативності, гнучкого мислення та міжкультурної компетентності [1].

Інтеграція 3D-технологій в освітній процес формує в майбутніх педагогів здатність поєднувати інноваційне бачення з глибоким розумінням культурного контексту, сприяє усвідомленню національної ідентичності, поваги до історико-культурного надбання різних народів і педагогічної чутливості до мистецтва як багатовимірного явища.

Практичний досвід здобувачів реалізується через міждисциплінарні проєкти. Зокрема, в Одесі створено віртуальну галерею рідкісних об'єктів у 3D-форматі [1]. У Вінниці реалізовано проєкт з 3D-реконструкції історичного центру міста, включаючи костел капуцинів, Спасо-Преображенський собор та інші сакральні споруди, які стали частиною віртуальних екскурсій і туристичних маршрутів. У межах всеукраїнського проєкту «Музей української Перемоги» здійснюється 3D-сканування об'єктів, постраждалих від війни, з метою їх подальшого відновлення.

На європейському рівні проєкти на кшталт *Eureka3D-XR* створюють інструменти для занурення у культурну спадщину через віртуальні експозиції й створення освітніх продуктів.

Використання 3D-моделей в освітньому процесі дозволяє здобувачам:

- поєднувати знання з історії, мистецтва та ІТ;
- розвивати цифрову грамотність і аналітичне мислення;
- брати участь у ініціативах культурної дипломатії.

Отже, 3D-моделювання постає як ефективний освітній інструмент, що поєднує технічне й культурне, минуле й майбутнє в підготовці інноваційного вчителя мистецтва.

Література:

1. Барановська І., Барановський Д. Впровадження технологій 3D-моделювання в освітній процес підготовки здобувачів технічних та мистецьких спеціальностей. *Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету*, 2024, №17. URL: https://openedu.kubg.edu.ua/journal/index.php/openedu/article/view/528/469

ПРО ПОЧАТОК ВИКЛАДАННЯ СІЛЬСКОГОСПОДАРСЬКОГО МАШИНОБУДУВАННЯ в ХПТІ

Баришнікова Л. І, Сичова М. В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В радянський час було широко відомо про Виставку досягнень народного господарства (ВДНГ) в Москві та столицях союзних республік. На них рекламували досягнення країни в різноманітних галузях промисловості, у тому числі і в сільському господарстві. Владою подавалась думка, що усі досягнення – добуток радянської влади, що до революції все було погано. А добре і бути могло. Селяни голодували, робітників обраховували, а буржуї отримували усі добутки з найманої праці. І нікому, немов, не було справи щодо покращення стану робітників. Але ще в XIX сторіччі, наприклад, було визначено, що є необхідність привести до ладу сучасне становище різних галузей вітчизняного сільського господарства, ознайомити з ним наочним чином усіх господарів, сприяти зближенню виробника з споживачем.

Тому не дивно, що з першого січня 1897 року у Харківському Практичному технологічному інституті (ХПТІ) було засновано викладання сільського господарського машинобудування та облаштуванні в інституті станції для випробування сільськогосподарських машин та знарядь. Було визначено, що ХПТІ потрібно доповнити однією посадою професора, однією посадою лаборанта при кафедрі сільськогосподарського машинобудування з присвоєнням ним усіх прав, наданих іншим відповідним посадам в ХПТІ.

Було виділено на сплату праці професора та лаборанта 5 000 руб на рік, та на влаштування в ХПТІ станції для випробування сільськогосподарських машин та знарядь 66 400 руб у кошторисі Міністерства народної освіти в 1896 року, а ще 16 400 руб в 1897 р. [1, с. 190].

Першим професором (з 1902 р.) з сільського господарського машинобудування та завідувачем дослідної станції для випробування сільськогосподарських машин та знарядь був Григорій Олексійович Латишев (1857-1922 рр.). Григорій Олексійович був грамотний та дотепний викладач. Свою педагогічну кар'єру він починав як викладач креслення, нарисної геометрії, технологій металів. Йому вдалося організувати не лише дослідження різноманітної техніки, алей сприяти побудові корпусу на північній частині кампусу інституту, перед дослідним полем. Сьогодні – це адміністративно-господарчий корпус вишу. Дослідне поле, яке розташовувалося на північ від корпусу, сьогодні забудовано будівлями УФТІ.

З течією часу, з ХПТІ було виділено сільськогосподарський інститут, до якого й відійшло викладання відповідних курсів з сільськогосподарського машинобудування.

Література:

1. Центральний державний архів вищих органів влади України, м. Київ. Фонд 2201. Опис 1. Справа 362. «Про Харківський технологічний інститут». 1918 р. 232 арк.

МЕДІА ТА КОРПОРАТИВНА РЕПУТАЦІЯ: ВИКЛИКИ СУЧАСНОГО КОМУНІКАЦІЙНОГО СЕРЕДОВИЩА

Болотова В.О.

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, м. Харків

У сучасних умовах стрімкого поширення інформаційних технологій репутація компаній набуває виняткового значення як нематеріальний актив, що безпосередньо впливає на успіх та прибутковість бізнесу. Зростає інтерес дослідників до цього феномену, однак попри різноманіття підходів до визначення поняття «репутація», спостерігається брак міждисциплінарного аналізу. Репутацію доцільно розглядати як суспільно сформовану думку, що базується на оцінюванні якостей і характеристик об'єкта. У контексті корпоративного управління вона постає як формалізоване сприйняття переваг і недоліків організації в бізнес-середовищі, що впливає на поведінку споживачів і партнерів, а також визначає конкурентоспроможність на ринку.

До основних складових корпоративної репутації належать імідж, якість продукції та послуг, фінансова стійкість, бачення та лідерство, організаційна культура, соціальна відповідальність, а також економічний гудвіл і міцні відносини з партнерами. Кожен із цих компонентів виконує важливу функцію у побудові довіри до компанії та забезпеченні стабільності її позиціонування. Репутація не є сталою характеристикою – вона постійно перебуває в динаміці, реагуючи на дії самої організації, а також на зовнішні впливи, зокрема з боку медіа.

Особливої уваги заслуговує вплив засобів масової інформації, які в інформаційну епоху перетворились на потужний інструмент формування громадської думки. Сьогодні вони не лише відображають реальність, а й активно її конструюють. Інтернет та соціальні мережі значно прискорили передачу інформації та розширили її аудиторію. Двосторонній формат взаємодії у соцмережах дав змогу споживачам відкрито реагувати на дії компаній, створюючи ризики для репутації в разі негативного досвіду. Позитивна комунікація, навпаки, здатна підсилити лояльність аудиторії та зміцнити довіру до бренду.

Медіа застосовують різноманітні методи впливу – від логічного переконання до маніпулятивного тиску. Емоційні методи, такі як навіювання, зараження чи наслідування, часто формують некритичне сприйняття інформації. Праймінг та фреймінг – ключові техніки, що дозволяють не лише підготувати аудиторію до сприйняття певних тем, а й задати рамки інтерпретації подій. Навіть якщо думки споживачів суперечать медіаповідомленням, авторитетні джерела часто стають вирішальними у формуванні колективної оцінки.

Отже, репутація компанії формується на перетині стратегічного управління, публічного дискурсу та активної участі споживачів. Розуміння ролі медіа є ключовим для успішного позиціонування компаній на сучасному ринку. Все більшого значення набуває здатність бізнесу адаптуватися до швидкозмінного інформаційного середовища, зберігаючи водночас прозорість, послідовність і відкритість у комунікації з громадськістю.

АДАПТАЦІЯ СТУДЕНТІВ ДО УМОВ НАВЧАННЯ У ЗВО

Борейко Н.Ю., Азаренкова Л.Л.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут». м. Харків

Після участі у довготривалій вступній кампанії молода людина приходить до закладу вищої освіти із певними очікуваннями – отримати омріяну професію, відчути себе самостійним і самодостатнім, надбати нові знайомства. Але навчання в університеті дуже різниться від шкільного навчання, вимагає нових проявів самоорганізації, самоконтролю, механізмів пристосування до нових вимог. Адаптація – це процес пристосування людини до умов середовища, в якому їй необхідно існувати, що відбувається шляхом її змін, вдосконалення та усвідомлення. Адаптуватись здобувачам вищої освіти до умов навчання є дуже складним процесом, що включає різні аспекти – психологічні (невпевненість, тривожність, психологічна неготовність), соціальні (взаємодія з викладачами, одногрупниками, пошук друзів), організаційні (новий розклад життя, організація житла, харчування) і академічні (нові форми навчання, оцінювання, велика частка самостійної роботи). Навчальний процес під час війни у Харкові ускладнився новими викликами: неможливість безпечно навчатись в аудиторіях і достатньо спілкуватись із одногрупниками, постійний стресовий стан і тривожність, тривале навчання онлайн. За нашими опитуваннями – 27% першокурсників мають проблеми підчас першої сесії, 25% – не можуть пристосуватись до нових умов навчання, 18% – розчаровуються у вступному виборі, 28% – скаржаться на відсутність взаємодії із одногрупниками.

Вирішення проблем адаптації в навчальному процесі може покращити його ефективність і комфортність, збільшити зацікавленість і мотивацію студентів для подолання перешкоди. В НТУ «ХПІ» розроблені заходи підтримки першокурсників університом (через інститут кураторства), починаючи із вступної кампанії, під час зарахування призначається куратор, який ще до першого вересня знайомиться з студентами групи і вже с перших днів стає наставником з усіх організаційних, навчальних питань. Також в університеті проводяться адаптаційні тренінги. Для швидшої інтеграції студентів до студентського життя проходять зустрічі із студентами старших курсів для обміну порадами, організовуються зустрічі з адміністрацією університету, бібліотекою, створюються спільні проєкти. Для зворотнього зв'язку проводяться опитування студентів, щодо проблем адаптації в університеті для корегування і вдосконалення цього процесу. Викладачами особлива увага приділяється формуванню інтересу і мотивації, робиться акцент на розвиток у студентів першого курсу навичок тайм-менеджменту, самостійного навчання, критичного мислення.

ОСОБЛИВОСТІ ТРЕНУВАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ В РІЗНИХ НАПРЯМКАХ СЕРЕДНЬОВІЧНОГО БОЮ

Бугорська Н.В., Білоус О.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Середньовічний бій досить молодий вид спорту, який був зареєстрований на території України в 2017 році.

Умовно, змагальний процес у цьому виді спорту можна розділити на «СОФТ» (фехтування в легкому екіпіруванні та м'якими мечами) і фехтування в захисній екіпіровці, виконаній зі сталі. При цьому екіпірування є аналогом обладунків прийнятих у XII-XVI ст. Водночас необхідно враховувати, що вага екіпіровки «СОФТ» близько 4-5 кг, а маса захисного спорядження, виконаного зі сталі, може доходити до 25 кг. Як наслідок, під час переходу з однієї номінації в іншу перед спортсменом постають питання тактичного і технічного порядку, а також фізичної та психологічної підготовленості, що знаходить відображення в особливостях побудови тренувального процесу.

Фактично, тренеру доводиться повністю переглядати методику всього тренувального процесу.

Наприклад, якщо в номінації «СОФТ» величезне значення мають швидкісні якості спортсмена, то фехтування у сталевій захисній екіпіровці вимагає від спортсмена формування та вдосконалення таких фізичних якостей, як вибухова сила та витривалість. Крім того, необхідно враховувати, що атакувальні дії номінації «СОФТ» виконуються спортивним мечем масою 300-500 гр., тоді як у решті номінацій маса меча може сягати до 2 кг, що зі свого боку ставить підвищені вимоги до виконування технічних дій, зокрема послідовної роботи ніг, корпусу і рук.

Також необхідно враховувати, що інші версії ставлять до спортсмена жорсткі вимоги до психологічної підготовленості. Оскільки однією з особливостей цих версій є перехід до силового протистояння після виконання блоку. Тоді як у номінації «СОФТ», після виконання атакувальних дій спортсмени розривають дистанцію.

Ще одним із питань, яке ставиться перед спортсменом, є зміна тактики введення поєдинку. Якщо в номінації «СОФТ» основними атакувальними діями є атака на випередження або зустрічна атака, то в решті номінацій достатньо часто спортсмен переходить до атаки після виконання захисних дій.

Проаналізовані особливості змагальних напрямків у середньовічному бої сформували фундамент для розробки, та розробку, рекомендацій тренерам по підготовці спортсменів, враховуючи виклики що стають перед спортсменами при переході із однієї змагальної категорії в іншу.

ІНДИВІДУАЛІЗАЦІЯ ТЕХНІКИ ПЕРЕМІЩЕНЬ У ПРОФЕСІЙНИХ ГРАВЦІВ В БАДМІНТОН

Бугрова П.В., Білоус О.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Техніка переміщень є критично важливою для успіху в бадмінтоні. Від швидкості, точності та ефективності переміщень залежить можливість гравця вчасно реагувати на удари суперника, займати оптимальні позиції на корті та виконувати власні удари з максимальною ефективністю. Правильна техніка переміщень допомагає знизити ризик травм, що є важливим аспектом для довготривалої кар'єри спортсменів. Дослідження та впровадження ефективних методик тренувань можуть сприяти збереженню здоров'я гравців.

У контексті тренувального процесу техніка переміщення виступає як базовий компонент, що інтегрується в усі аспекти підготовки спортсменів: фізичну, тактичну, психологічну та технічну підготовки. Відеоаналіз є одним із найбільш ефективних методів вивчення техніки переміщення у бадмінтоні. Уповільнене відтворення дозволяє тренерам виявити точність виконання рухів, виявити помилки та запропонувати шляхи їх корекції.

На підставі власного багаторічного досвіду професійного гравця, учасниці Олімпійських ігор в Парижі 2024, Поліни Бугрової, а також проведених наукових дослідженнях у сфері бадмінтону, було розроблено та впроваджено тренувальні програм з акцентом на техніку переміщень.

Розроблений підхід в індивідуалізації техніки переміщень базується на детальному аналізі рухової активності спортсменів та адаптації вправ відповідно до їхніх індивідуальних потреб.

В розробці індивідуалізованої програми основним завданням є визначення сильних та слабких сторін у техніці переміщення кожного спортсмена. Для цього використано відеоаналіз, трекінгові технології та тестові вправи на баланс, швидкість і реакцію.

Наприклад, записується серія тренувальних занять та аналізуються відеозаписи за допомогою програм Dartfish, Kinovea, Vicon та Clutch, що дозволяють визначити найефективніші траєкторії руху, оцінити тактичні рішення та покращити ігрову адаптацію.

Отримані дані дозволяють створювати індивідуальні програми, що включають вправи на вдосконалення окремих елементів переміщення, таких як стартові ривки, зміна напрямку руху, робота стоп та оптимізація траєкторій.

Наприклад, якщо спортсмен має проблеми з швидкістю відштовхування, ми інтегруємо додаткові вправи на зміцнення гомілковостопного суглоба.

Розробка індивідуалізованих тренувальних програм з урахуванням особистих потреб у вдосконаленні техніки переміщень – важливий крок в роботі з професійними бадмінтоністами.

ПРЕДСТАВНИК ХАРКІВСЬКОГО ПОЛІТЕХУ – ЮРІЙ БОБРО

Вергун В. Г., Гончаров В. І., Цаплюк О. С.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Серед вчених ХПІ окреме місце належить Юрію Георгійовичу Бобро – автору книг, що давно стали класичними, по чавунах – «Алюмінієві чавуни», «Ізотермічна загартування чавуну», «Леговані чавуни», «Жаростійкі та ростостійкі чавуни».

Народився Юрій Григорович 1928 року в Харкові. Закінчивши 5 класів школи, у зв'язку з початком Другої світової війни, він був евакуйований, спочатку в Сталінград, куди евакуювався із заводом його батько, Георгій Андрійович; а потім, 1942 року – до Барнаула. У цьому місті Юрій закінчує курс Текстильного технікуму та вступає до Алтайського машинобудівного інституту. У 1946 році він повертається до Харкова і переводиться до Харківського механіко - машинобудівного інституту. Але повернутися всією сім'єю не виходить - в Барнаулі помирає мама Юрія, Віра Сергіївна.

Після закінчення ЗВО, матеріалознавець Юрій Георгійович Бобро вступає до аспірантури до професора -ливарника Євгена Євгеновича Фарафонова та успішно захищає кандидатську дисертацію у 1953 році. Безумовно, йому чимало допоміг у виконанні експериментів батько, який після повернення до Харкова, почав працювати начальником цеху ХЕЛЗу, але й зусилля дисертант доклав чималих, бо захистився достроково. В короткий строк Юрій Георгійович стає знаним вченим в галузі чавунів, досліджує їхні спадковості, можливості виплавки чавунів з спеціальними властивостями, отримання високоміцних та зносостійких чавунів.

Далі він одружився (1955 року), 1956 року став доцентом, у подружжя Бобро народився син Андрій (1957 року).

Але, буквально на одному диханні Юрій Георгійович у 1966 році захищає докторську дисертацію і стає професором. Його запрошують до Інституту Проблем лиття АН УРСР на посаду заступника директора інституту з наукової роботи, де він працює у 1967 – 1968 рр.

Але вже 1968 р. він перейшов на роботу до Київського автомобільно-дорожнього інституту. Потім була цікава робота на Кубі в 1977 - 79 рр., де він, як і велика кількість радянських спеціалістів, забезпечував кадрами місцеву науку та підприємства, та, після повернення на Батьківщину, знову викладання у Київському автомобільно-дорожньому інституті, а, згодом, в Луцькому технічному університеті.

Багаторічна наукова діяльність професора Бобро Ю. Г. нерозривно була пов'язана з виконанням важливих народно-господарських завдань, спрямованих на підвищення надійності литих деталей. Він є одним з основоположників теоретичних основ металознавства ливарних сплавів, їм внесений великий внесок у розробку теорії та практики отримання спеціальних ростостійких і жаростійких модифікованих і алюмінієвих чавунів. Роботи у цій галузі широко відомі наукової громадськості, отримали світове визнання.

ВПЛИВ ЕМОЦІЙНОГО ІНТЕЛЕКТУ НА УСПІШНІСТЬ ВИВЧЕННЯ ІНОЗЕМНИХ МОВ

Воржевітіна А.І.

Національний технічний університет, «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Актуальність дослідження впливу емоційного інтелекту (EI) на успішність вивчення іноземних мов зумовлена тісним зв'язком між емоційними та когнітивними процесами в контексті оволодіння новою мовою. Розвиток EI має значний потенціал для покращення результатів навчання та зниження рівня тривожності, що часто супроводжує вивчення іноземних мов. Мета роботи – дослідити вплив емоційного інтелекту на успішність вивчення іноземної мови.

Емоційний інтелект є важливим фактором, який значно впливає на успішність вивчення іноземних мов, опосередковуючи когнітивні процеси та емоційні реакції, пов'язані з мовною діяльністю. Компоненти EI, такі як самоусвідомлення, саморегуляція, соціальна обізнаність та управління відносинами, безпосередньо впливають на мотивацію, тривожність, вибір стратегій навчання та ефективність комунікації іноземною мовою. Емоційний інтелект опосередковує розвиток ключових мовних навичок, впливаючи на концентрацію уваги при сприйнятті, плавність мовлення, розуміння письмових текстів та мотивацію до писемного висловлювання думок. Розвиток EI за допомогою спеціальних педагогічних стратегій може оптимізувати процес вивчення іноземних мов та сприяти підвищенню результатів студентів.

Самоусвідомлення допомагає студентам розуміти емоційні реакції на мовні виклики та обирати ефективні стратегії їх подолання. Саморегуляція сприяє контролю тривожності та підтримці мотивації. Соціальна обізнаність покращує розуміння комунікативних ситуацій та налагодження контакту з носіями мови. Управління відносинами створює сприятливе навчальне середовище. Емоційний стан впливає на концентрацію при слуханні, тривожність – на говоріння, емоційна залученість – на розуміння прочитаного, а самоусвідомлення – на письмове вираження думок. Педагогічні стратегії, спрямовані на розвиток EI, включають створення позитивного середовища, навчання усвідомленню емоцій, розвитку саморегуляції, заохочення емпатії та комунікативних навичок.

Підсумовуючи, емоційний інтелект суттєво впливає на успішність у вивченні іноземних мов, покращуючи когнітивні функції, зменшуючи тривожність, підвищуючи мотивацію та комунікацію. Розвиток EI педагогічними стратегіями оптимізує процес вивчення іноземних мов та підвищення академічних досягнень студентів.

Література:

1.Костюк О. Ю., Дідик Л. І. Необхідність розвитку емоційного інтелекту у навчанні іноземної мови студентів ЗВО в контексті дистанційної форми навчання. Наукові записки Національного університету «Острозька академія»: Серія «Філологія». 2022. Т. 14, № 82. С. 116–121. URL: https://journals.oa.edu.ua/Philology/article/view/3589 (дата звернення: 21.03.2025).

ПОСТІЙНИЙ ПРЕСИНГ НА ВИКЛАДАЧІВ ЯК НОВИЙ ТРЕНД СЬОГОДЕННЯ В СИСТЕМІ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Гармаш С.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сьогодення висвітлює нові негативні взаємопов'язані тенденції в системі освіти. Відбувається дераціоналізація знання на тлі процесу занепаду системи освіти різних рівнів. Відомо, що розвиток вищої освіти завжди був похідним від розвитку суспільства і насамперед від розвитку економіки. «На сьогодні світові тенденції передбачають затвердження нових глобалізаційних процесів – утворення нового устрою з повністю підконтрольним населенням» [1, с. 178]. Поступово це стає реальністю з поширенням деградаційних процесів в системі освіти і як наслідок – збільшення кількості моральних та інтелектуальних деградантів, поведінкою яких дуже зручно маніпулювати у власних інтересах [2]. Відбувається примітивізація мас. Поняття «стандарт вищої школи» почало розмиватися поняттям «стандартизації вищої школи». Бюрократія від науки набирає обертів: штучні рейтинги виходять на перший план. Економічна криза почала відбиватися і на людських відношеннях. Щодо викладачів, то вони змушені більшість свого часу займатися бюрократичною звітністю, знаходячись під постійним пресингом скорочення штатів [3].

Отже, однією з технік функціонерів від науки та освіти щодо виправдання своєї бурхливої бездіяльності з метою перерозподілу фінансових потоків на власну користь є постійний пресинг на викладачів. Ціллю такого пресингу є змушення безпосередніх учасників освітнього процесу прилаштовуватися до докорінних руйнівних змін у системі або просто покидати цю систему. Постійні зміни у Ліцензійних умовах провадження освітньої діяльності в сторону ускладнення виконання викладачами цих умов тільки підтверджують цей тренд, що, безумовно, негативно вплине на розвиток країни на перспективу.

Література:

1.Гармаш С. В. Світові тенденції у галузі вищої освіти та їхній вплив на якість вітчизняної освіти (причини та наслідки) / Гармаш С. В. // *Вища освіта за новими стандартами: виклики у контексті діджиталізації та інтеграції в міжнародний освітній простір* : матеріали 4-ї Міжнар. наук.-метод. конф., 3 квітня 2025 р. / редкол.: В. Богомолов [та ін.] ; Харків. нац. автомоб.-дорожній ун-т [та ін]. – Харків : Факт, 2025. – С. 178-180.

2.Garmash S. Features of the educational process in Ukraine in modern conditions (problems, comparisons, prospects) [Electronic resource] / S. Garmash // *Science, innovations and education: problems and prospects* : proc. of 12-th Intern. Sci. and Practic. Conf., 28-30 June 2022 / ed. M. L. Komarytskyy ; CPN Publishing Group. – Electronic text data. – Tokyo, 2022. – P. 361-367. – URL: https://sci-conf.com.ua/wp-content/uploads/2022/06/SCIENCE-INNOVATIONS-AND-EDUCATION-PROBLEMS-AND-PROSPECTS-28-30.06.22.pdf, free (accessed 18.08.2022).

3.Гармаш С. В. Компетентнісний підхід у навчанні чи планомірне знищення інтелектуального потенціалу країни / С. В. Гармаш // *Бухгалтерський облік, контроль та аналіз в умовах інституційних змін* : зб. наук. пр. Всеукр. наук.-практ. конф., [27 жовтня 2022 р.] / орг. ком.: Н. Канцедал [та ін.] ; Полтав. держ. аграрний ун-т. – Полтава : ПДАУ, 2022. – С. 1457-1459.

ТРАДИЦІЯ ТА ТРАДИЦІЙНІСТЬ У РОЗУМІННІ ФЕНОМЕНУ «НАУКОВА ШКОЛА»

Годзь Н.Б.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В контексті праці над питанням футурологічних досліджень, не менш важливим і цікавим є момент вивчення феноменів традиції та традиційності, які представлено у концепті «Школа», складовими якого є «Наукова школа», «Філософська школа», тощо. Як доводить практика, майбутнє, та його моделювання та побудова у теоретичних та практичних дослідженнях є не лише певною трансляцією бажаного, особливо «бажаного уявного», але і певним розгортанням загальнолюдської моделі «бажаного еталонного майбутнього», яке певною мірою несе й відтиски традиційності та традиційного (на разі і національного). Оскільки Україна, як держава, знов виборює власне право на цілісність та суверенітет, надважливо винести на широке загальне обговорення питання збереження національних, історичних та технологічних здобутків, які сформовано генераціями українців (мається на увазі всіх громадян країни). Відновлення країни вимагає включення можливості підтримання всіх компонентів, які притаманні феноменам «Наукова школа», «Університетська школа». Враховуючи ювілейну дату для НТУ «ХПІ» це питання має важливий сенс.

Література:

1. Бутинець, Ф. Ф. (2011). Наукова школа: її ознаки та умови формування.

2. Годзь, Н. Б. (2022). Концепт війни в контексті розгляду питання екологічної футурології та задачі відновлення та відбудови: філософський аспект. Вісник Національного технічного університету ХПІ. Серія: Актуальні проблеми розвитку українського суспільства, (2), 18-21.

3. Гончаренко, С. (2013). Наукові школи в педагогіці. Освіта дорослих: теорія, досвід, перспективи, (6), 7-28.

4. Храмов, Ю. О. (2008). Наукові школи в НАН України. Наука та наукознавство.

5. Caroli, D. (2020). L'éducation progressiste aux États-Unis. Histoire, philosophie et pratiques (1876-1919) by Sébastien-Akira Alix, Grenoble, Presses universitaires de Grenoble (Enseignement et réformes), 2017, 216 pp.,€ 22 (paperback), ISBN 978-2-7061-2706-9 (Vol. 56, No. 1-2, pp. 248-250). Routledge.

6. Ingold, T. (2010). L'outil, l'esprit et la machine: Une excursion dans la philosophie de la «technologie». Techniques & Culture. Revue semestrielle d'anthropologie des techniques, (54-55), 291-311.

7. Guchet, X. (2001). Théorie du lien social, technologie et philosophie: Simondon lecteur de Merleau-Ponty. Les études philosophiques, 57(2), 219-237.

8. Pollet, M. C. (2014). L'écrit scientifique à l'aune des littéracies universitaires:approches théoriques et pratiques (Vol. 9). Presses universitaires de Namur.

ГЕОРГ АГРІКОЛА: МІЖ ПРИРОДНИЧИМИ НАУКАМИ І ГУМАНІТАРНОЮ ТРАДИЦІЄЮ ЄВРОПЕЙСЬКОГО РЕНЕСАНСУ

Гутник М.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Георг Агрікола, один із найвідоміших представників наукової думки епохи Ренесансу, виріс у родині красильника, але зумів поєднати глибокі знання у сфері природничих наук із гуманістичним світоглядом. Його життєвий і науковий шлях яскраво демонструє перетин філософських, філологічних і технічних знань, що був характерним для доби Відродження.

У 1514–1517 рр. Агрікола навчався в Лейпцизькому університеті, де здобув освіту в галузі богослов'я, філософії та філології й отримав ступінь бакалавра. Саме гуманітарна освіта стала підґрунтям його ширшого світогляду. З 1517 р. він працював учителем, помічником директора міської школи, а згодом – ректором солдатської школи в Цвікау, що свідчить про його активну участь у просвітницькій діяльності.

Втім, потяг до природничих наук спонукає його знову повернутися до Лейпцигу в 1522–1523 рр. для вивчення медицини та природознавства. Г. Агрікола вирушає в навчальні подорожі до Болоньї, Риму, Падуї та Венеції – провідних інтелектуальних центрів тогочасної Європи – і в 1526 р. здобуває ступінь доктора медицини.

Із 1527 р. він працює як міський лікар і аптекар у Йоахімсталі (сучасний Яхимов, Чехія), одному з головних центрів гірничої справи у Центральній Європі. Тут, спираючись на безпосередній контакт із шахтарською практикою, Г. Агрікола починає поглиблені дослідження у галузі геології, мінералогії та металургії. У 1530 р. в Базелі він публікує свою першу наукову працю «Bermannus, sive de re metallica», де систематизує знання про гірничу справу, отримані як від фахівців-практиків, так і через власні спостереження.

У 1531 р. він переїжджає до Хемніца, де працює міським лікарем і навіть обіймає посаду мера. Водночас Г. Агрікола продовжує плідну наукову діяльність. Його праці «De ortu et causis subterraneorum», «De natura quae effluunt ex terra», «De natura fossilium» та «De veteribus et novis metallis» (1546 р.) стали фундаментом для розвитку мінералогії як науки. Він рішуче відмовляється від алхімії, натомість звертається до античної традиції та досягнень арабської науки, чим засвідчує свій гуманістичний підхід до дослідження природи.

Кульмінацією його діяльності стала праця «De re metallica, libri XII» – «Металургія у 12 книгах», завершена у 1550 р. та видана посмертно в 1556 р. Вона не лише узагальнила весь тодішній досвід гірничої справи й металургії, а й містила численні технічні ілюстрації, що робить її справжнім енциклопедичним джерелом. Упродовж кількох століть ця книга залишалася основним авторитетом у галузі металургії.

Таким чином, Георг Агрікола постає як учений, що втілив у собі дух Ренесансу – він зумів органічно поєднати гуманітарну освіченість із природничою допитливістю, наукову точність із філософським осмисленням світу.

ВИКОРИСТАННЯ МАТЕРІАЛІВ МЕМОРІАЛЬНОГО МУЗЕЮ ГОЛОКОСТУ США У ВИКЛАДАННІ ДИСЦИПЛІНИ «ІСТОРІЯ УКРАЇНИ»

Дворкін І.В.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Меморіальний музей Голокосту США (United States Holocaust Memorial Museum) був заснований у 1993 р. та є одним із найбільш відомим у світі музеєм історії геноциду європейських євреїв – Голокосту. Метою діяльності музею є сприяння науковим дослідженням, розповсюдження знань з історії Голокосту, вшанування пам'яті жертв трагедії тощо. Музей прагне поширювати інформацію про Голокост із метою протидії ненависті та запобіганню геноцидів.

Найбільший онлайн ресурс музею – Енциклопедія Голокосту, що містить сотні статей, усноісторичних інтерв'ю, візуальних джерел тощо. Серед мов, якими доступні матеріали енциклопедії – українська (https://encyclopedia.ushmm.org/uk). Варто відзначити, що деякі матеріали є достатньо чутливими, як от візуальні джерела. У зв'язку із цим музей надає детальні рекомендації з викладання історії Голокосту, зокрема щодо використання графічного матеріалу. Крім того, у рекомендаціях робиться наголос на тому, що за приголомшливою статистикою кількості жертв геноциду потрібно бачити реальних людей – жертв нацизму.

Україномовні онлайн ресурси Меморіального музею Голокосту мають великий потенціал у викладанні історичних дисциплін. Їх можна використовувати у загальних курсах таких як «Історія та культура України». При підготовці до лекційних занять з цього курсу найбільш доцільно використовувати онлайн матеріали музею, присвячені міжвоєнному періоду та історії Другої світової війни. Так, серед онлайн ресурсів є матеріали, що висвітлюють хронологію Другої світової війни, нацистську пропаганду, нацистські табори смерті, німецько-радянський пакт про ненапад, бойові дії на території України, трагедії Бабиного Яру, післявоєнні судові процеси над нацистами та багато інших. На семінарських заняттях, а також у самостійній роботі можна використовувати відеоматеріали, зокрема українською мовою, що дають уявлення про повсякденне життя в роки німецької окупації, єврейське життя в Україні напередодні Другої світової війни, вигнання нацистів з території України тощо.

Отже, україномовні онлайн матеріали Меморіального музею історії Голокосту США мають великий потенціал у викладанні дисципліни «Історія та культура України». Також, на мою думку, їх можна брати до уваги при викладанні широкого спектру історичних дисциплін на бакалаврському, магістерському та аспірантському рівнях.

СПЕЦИФІКА СУЧАСНОГО ВИКОРИСТАННЯ СОЦІАЛЬНО-ГУМАНІТАРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Дишкант Т.М.
Харківський політехнічний університет «Харківський політехнічний інститут» м. Харків

Етимологія слова «технологія» свідчить про мистецтво, вміння, майстерність. Це сукупність методів та інструментів для досягнення бажаного результату, тобто вони відіграють допоміжну роль, роль засобу. Область застосування соціально-гуманітарних технологій двояка - або людина, як соціальна істота, або суспільство, як середовище існування людини. Це робить доречним інтегрований підхід до розгляду соціального та гуманітарного аспектів, у якому особистість вважається невідривною від соціуму.

Доцільно було б вважати, що бажаним результатом застосування соціально-гуманітарних технологій буде розвиток індивіда та поліпшення соціального середовища, інакше кажучи, їхнє окультурення, якщо згадати, що поняття «культура» спочатку означало сам процес вдосконалення чогось і результати цього процесу. Культура не буває безликою, вона індивідуальна, і кожна людина, група людей, те чи інше суспільство вносять у неї щось своє, унікальне, «свою душу», якщо говорити словами О. Шпенглера.

Сучасна ситуація, як зауважує канадський дослідник Б. Рідінгс виявляє процес дереференціалізації культури, тобто відсутність у неї специфічних референтів, що відсилають до якогось ряду явищ або ідей. Глобалізація замість того, щоб прийти до мультикультурного простору, поліфонії культур, призвела до їх нівелювання через стандартизацію, таким чином, культура, у справжньому значенні цього слова, просто «виноситься за дужки». Які ж цілі тоді може переслідувати застосування соціально-гуманітарних технологій на даний момент?

У своєму творі «По той бік добра і зла» Ф. Ніцше свідчить про парадоксальну двоїстість природи людини, кажучи, що «У людині тварина і творець з'єднані воєдино…». Дереференціалізація культури сприяє згасанню в людині субстанційної раціональності як здатності до формування власного судження, адже культура є середовищем сенсогенезу. Внаслідок цього людина стає лише глиною, матеріалом, з якого можна «виліпити» зручний «функціонал», а технології використовуються як спосіб соціального контролю над нею. За допомогою їх застосування політичні партії, комерційні організації, тобто всі, хто має можливості їх використовувати у своїх інтересах, формують бажану соціальну поведінку. Таким чином застосування соціально-гуманітарних технологій на даний момент в основному не відповідає істинній природі людини, а технологічний вплив на соціум не співвіднесений із духовною сферою життя людей.

ІННОВАЦІЙНА ВЗАЄМОДІЯ ПУБЛІЧНОГО ТА ПРИВАТНОГО СЕКТОРІВ: ДОСВІД GOVTECH LAB LITHUANIA

Д'яченко К.С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В епоху цифровізації публічного управління особливої актуальності набувають нові формати співпраці між державними структурами та приватним сектором. Одним із перспективних рішень у цьому напрямі є модель GovTech, яка передбачає пошук інноваційних рішень для викликів, що стоять перед органами влади, шляхом партнерства з приватним сектором.

Вдалим прикладом реалізації такого підходу є ініціатива GovTech Lab Lithuania, яка функціонує у Литві як незалежна, але тісно інтегрована з урядом платформа для розвитку інновацій [1].

Цей формат передбачає ефективну трансформацію викликів публічного сектору в технологічні запити, на які реагують стартапи, малі інноваційні підприємства й окремі фахівці. Завдяки структурованому процесу – від формулювання проблеми до реалізації прототипу – GovTech Lab забезпечує швидкий цикл розробки рішень з потенціалом масштабування [2].

Механізм роботи проєкту побудований на декількох послідовних кроках: публічна установа окреслює проблему; команда GovTech Lab систематизує її та оголошує пошук інноваційного підходу; потенційні виконавці подають свої ідеї; після оцінки обирається найперспективніший варіант, який потрапляє до програми інкубації; у процесі доопрацювання рішення отримує експертну підтримку. Така модель сприяє прискореному створенню суспільно корисних інструментів та сервісів [1,2].

Однією з ключових переваг цієї ініціативи є посилення інституційної спроможності органів влади реагувати на сучасні виклики за рахунок відкритості до новаторства та міжсекторальної взаємодії. Водночас вона створює позитивний інноваційний клімат, де державні структури не лише адаптуються до змін, а й самі ініціюють їх.

У контексті розвитку державно-приватного партнерства, формат GovTech Lithuania є зразком інноваційного підходу до модернізації державного управління, який варто вивчати, адаптувати та масштабувати в інших країнах. Досвід Литви свідчить про те, що створення умов для співпраці між державою та новаторами є не лише актуальним, а й надзвичайно ефективним інструментом суспільного розвитку.

Література:

1. GovTech Lab Lithuania. GovTech Lab Lithuania. URL: https://govtechlab.lt/.
2. GovTech Lab Lithuania. Interreg Europe | Sharing solutions for better policy. URL: https://www.interregeurope.eu/good-practices/govtech-lab-lithuania.

МАШИНА ЛОГІЧНОГО МИСЛЕННЯ ПРОФЕСОРА О. М. ЩУКАРЬОВА

Єщенко, Є.В., Радогуз С. А.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

На початку XX століття у світі розгортався справжній інтелектуальний пошук: вчені прагнули не лише розширити межі знань, а й осмислити сам механізм мислення. Однією з найцікавіших і маловідомих сторінок цієї історії є створення так званої «Машини логічного мислення» професором кафедри загальної та неорганічної хімії Харківського технологічного інституту Олександром Миколайовичем Щукарьовим. Його винахід став одним із перших реальних кроків до механізації логічних операцій – на десятиліття випередивши появу цифрових комп'ютерів і розвиток кібернетики.

О.М. Щукарьов (1864 – 1936) – видатний український учений, який працював у галузі термохімії, але, як то буває у непересічних особистостей, його наукові інтереси виходили далеко за межі спеціальності: активно цікавився філософією науки, методологією пізнання та проблемами формальної логіки. На перетині цих галузей і народилася ідея створити пристрій, здатний механічно відтворювати елементарні акти логічного мислення.

Перша конструкторська спроба сталася у 1909 р. То була авторська розробка логарифмічної лінійки – логарифмічний рахунковий циліндр із спіральною шкалою, виготовлений із целулоїду – нового на той час матеріалу, що згодом отримав широке застосування у виробництві пір'яних ручок, лінійок та кіноплівки. Цей прилад відзначався простотою конструкції та витонченістю виконання. Оригінальна лінійка проф. Щукарьова довгий час зберігалася у його дочки в Харкові, але у 1980-х рр, була передана до Московського політехнічного музею.

Переїхавши у вересні 1911 року до Харкова й читаючи курси неорганічної та фізичної хімії, Щукарьов не втратив інтересу до логіки мислення. Імовірно додатковим стимулом стало знайомство з «логічним піаніно» Вільяма Джевонса, створеним у 1897 р. професором Харківського університету П.Д. Хрущовим. Пізніше сам Щукарьов згадував, що усунув численні конструктивні недоліки машини Джевонса і вніс низку удосконалень, зокрема додав екран для полегшення взаємодії оператора з пристроєм. Машина Щукарьова мала вигляд ящика розміром 40×25×25 см, всередині якого розташовувалися 16 механічних штанг. Натискання кнопок відповідало введенню логічних посилок – висловлювань на кшталт «усі А є В» або «жоден В не є С». За допомогою системи важелів і перемикачів штанги активували світлове табло, на якому з'являвся висновок. Така механіка дозволяла машині обробляти 64 комбінації логічних висновків і автоматично будувати прості силогізми. Її головною особливістю було те, що вона оперувала поняттями, а не числами, що стало справжнім інтелектуальним проривом для свого часу. Перша академічна демонстрація пристрою відбулася 1912 року на засіданні Товариства фізико-хімічних наук при Харківському університеті.

Хоча Щукарьов частково спирався на ідеї «логічного піаніно» Джевонса, його машина була компактнішою, технологічно довершенішою й орієнтованою не стільки на демонстрацію принципу, скільки на практичне використання.

ПРО ВНЕСОК АПОЛЛОНА МЕВІУСА В РОЗВИТОК ТРАНСПОРТУ ХАРКОВА

Журило Д.Ю., Ларін А.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Ім'я Аполлона Мевіуса (1820–1898 рр.) не потребує представлення. Видатний гірничий інженер, лауреат Демидівської премії, піклувальник Луганського гірничого округу, перший викладач металургії не лише в Харківському Практичному технологічному інституті (ХПТІ), а й в Україні. У 1870 р. Аполлон Федорович вийшов у відставку. З цього часу починається другий період його діяльності. Він став одним з активних діячів і організаторів З'їздів гірничопромисловців Півдню Росії , а з 16 липня 1887 р. став викладачем металургії на механічному відділенні ХПТІ. Перу Аполлона Федоровича належить чимало класичних друкованих наукових робіт. Їх доволі часто цитують дослідники його діяльності. Але, майже не згадується його праця на благо міста Харкова, в якому він був, за сучасними мірками, депутатом міської ради.

5 квітня 1886 р. на засіданні Харківського відділення Технічного товариства Аполлон Федорович зробив доповідь про кінно-залізний шлях в місті. Він зазначив, що на той період більше половини площі Харкова не було замощене бруківкою. Завдяки цьому, шляхи сполучення в місті мали вкрай незадовільний стан. Незамощені вулиці позбавляли мешканців міста найпростіших зручностей, які повинні бути присутніми в будь-якому місті, що поважає себе. Таким чином, стан вулиць забирав у міста будь-яку претензію вважати себе упорядкованим. У суху пору року вулицями гасали хмари густого пилу, а під час дощів з'являвся такий сильний бруд, що візники не погоджувалися возити пасажирів на деякі відомі вулиці через повну їхню непроїзність. Мевіус зазначив, що замостити місто за загальноприйнятими тоді нормативами буде коштувати дуже дорого і обійдеться тільки для центру міста мінімум в 700 000 рублів. При цьому, навіть ремонтована дорога мала масу проблем, наприклад, абсолютно не виконувались правила дорожнього руху, а рух по нерівній бруківці вулиць чинив такий шум, що йдучи вулицею, неможливо було розмовляти зі своїм супутником.

Мевіус відзначав відомий факт: кінь візника не прослуживши у Харкові навіть трьох років, зазвичай мав повністю розбиті ноги, навіть при гарному догляді. Тому вчений пропонував усі площі та вулиця міста, які не мали мостових, замостити дрібним гранітним каменем, щоб при цьому квадратна сажень (4,5 квадратних метра) такої бруківки коштувала не більше 6 рублів. Крім того, він пропонував влаштувати двоколійну конку на найжвавіших вулицях міста – Катеринославській, Московській та Сумській. Вартість прокладки однієї версти залізно-кінної дороги у дві колії становила приблизно 5365 рублів, що повинно було окупитися строком до 10 років. Конка дозволяла збільшити пропускну спроможність вулиць, забезпечувала комфортний проїзд у віддалені райони тоді невеликого міста Харкова, а також суттєво знижувала шум. Так формувались перші транспортні магістралі міста, початок яких було зроблено конкою, потім у Харкові з'явився трамвай, а, згодом, тролейбус і метрополітен.

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ – ДОБРО ЧИ ЗЛО?

Журило О.Д., Ляшенко О.С.
Національний технічний університет Радіоелектроніки, м. Харків

Стрімкий розвиток комп'ютерних технологій призвів до того, що комп'ютерні програми вже сьогодні виявилися значно ефективнішими у порівнянні з людиною у найрізноманітніших галузях людської діяльності: у математичних розрахунках, у грі у шахи, у прогнозуванні різних явищ.

Виникає логічне запитання: які межі можливостей комп'ютерів та чи досягнуто машиною рівня розвитку людини? Сьогодні цей рівень класично намагаються визначити за допомогою тесту, який має ім'я одного з піонерів штучного інтелекту (ШІ) – Алана Т'юринга.

Що ж таке штучний інтелект? Фактично – це область досліджень у сфері інформатики, яка займається розробкою та вивченням методів та відповідного програмного забезпечення. Мета розробок ШІ – надати машинам можливість сприймати навколишнє середовище, застосовувати навчання для виконання різноманітних дій, які оптимізують досягнення поставленої мети. Прикладів діяльності ШІ на сьогодні чимало: це і пошукові системи, це і голосові помічники, генератори тексту, різноманітні творчі інструменти, які здатні розпізнавати тексти та синтезувати голоси та музику. І багато чого іншого.

До 2012 р. розвиток ШІ був досить хаотичним, хоча його основи, як академічної дисципліни, були створені групою програмістів Масачусетського технологічного інституту ще в далекому 1956 р. І лише, починаючи з 2020 р., в світі стався стрімкий ривок у галузі технологій ШІ. В результаті з'явилося чимало контенту, створеного ШІ, насамперед, в інтернеті: від музики, кліпів та листівок на найрізноманітніші теми до генератора текстів, штурманів таксі та редакторів фотографій.

Дійсно, фундаментальні дослідження в галузі ШІ є ключовим чинником для сталого розвитку та прогресу відповідних технологій. Лише на міцній основі фундаментальних знань можливо забезпечити динамічний розвиток та всебічну модернізацію застосування ШІ. Розвиток ШІ, взагалі, деякими дослідниками розглядається, як четверта світова промислова революція, яка базується на трьох основних сферах застосування: на виробництві, в логістиці та в мистецтві.

Тому, з одного боку вкрай необхідно інтенсивно підтримувати фундаментальні дослідження в галузі ШІ та стимулювати перспективні міждисциплінарні інновації. А з іншого боку чи не втратить людина тягу до творчої праці? Навіщо, наприклад, писати вірші коханій жінці, коли ШІ це зробить без орфографічних помилок, точно, чітко і красиво? Але виникає питання про написання навчальних робіт – рефератів, дипломних та курсових робіт, навіть, дисертаційних робіт. Чи не призведе використання ШІ к стрімкому зниженню у людей писемності, вміння писати без помилок, аналізувати та робити вірні висновки? Природа розумна і орган, який не використовують, дуже швидко атрофується. З іншого боку, використання ШІ є джерелом безперервних технологічних інновацій, в це вкладають серйозні кошти і це є основою наукового прогресу. Нам залишається чекати розвитку подій.

ПРО ПОБУДОВУ БРОНЕПОЇЗДА «ГЕНЕРАЛ ДРОЗДОВСЬКИЙ»

Завірющенко М. П., Слісаренко М. С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В часи Громадянської війни часто гарматам, бронеавтомобілям та бронепоїздам надавали імена різноманітних персонажів – від міфічних (Ілля Муромець) до імен реальних воєначальників. Один з таких бронепоїздів отримав назву «Генерал Дроздовський». У деякій науковій літературі, присвяченій історії бронепоїздів, стверджують, що його виробили або на ростовських залізничних майстернях, або в травні 1919 р на Донбасі, де на початку червня того ж року бронепоїзд вступив у перший бій. Усі ці твердження є хибними. Листування щодо побудови бронепоїзда «Генерал Дроздовський» починається лише з 9 липня, а закінчується 11 жовтня 1919 р. [1].

Так, заступник голови З'їзду гірничопромисловців Півдня Росії пише лист директору-розпоряднику Новоросійського товариства А. О. Свіцину, у якому прохає виявити увагу до ради з'їзду з боку Російсько-Балтийського заводу в Таганрозі у зв'язку із закінченням будівництва бронепоїзда «Генерал Дроздовський» [1, арк. 1]. Виникає ряд питань: як Російсько-Балтийський завод опинився в Таганрозі? Чому на ньому будували бронепоїзд? Хто й коли фінансував цей проєкт?

Можна визначити, що Російсько-Балтийський завод було евакуйовано з Риги до Таганрогу ще наприкінці 1915 р. На ньому виробляли снаряди за програмою генерала С. М. Ванкова, але основною спеціалізацією підприємства було виготовлення залізничних вагонів і автомобілів. Таганрог у той час був відносно спокійним містом, без близькості фронту, без обстрілів, з достатньою кількістю робітників і налагодженим постачанням сировини й продуктів харчування. Фінансуванням проєкту бронепоїзда «Генерал Дроздовський» займався З'їзд гірничопромисловців Півдня Росії, його оснащенням – уповноважений артилерійських постачань збройних сил на півдні Росії генерал-майор Віктор Хартуларі, який був ще й членом правління Таганрозького заводу.

За сімома відомостями завод витратив більше 970 тис. руб. [1, арк. 2], тоді як Рада з'їзду асигнувала лише 500 тис. руб. [1, арк. 3].

У відомостях матеріалів описано сотні позицій: від цвяхів і шурупів, лаку та ультрамарину до броньованих плит і заклепок. Відомостей вказано дві. Перша (за березень – квітень 1919 р.) – на 15855 руб., а друга (за травень 1919 р.) – на 107433 руб. Листового заліза було витрачено близько 2000 пудів (більше 32 т), заліза смугового – близько 180 пудів (близько 3 т), заліза кутового – близько 50 пудів (близько 0,8 т), заклепок – близько 20 пудів (близько 0,35 т).Відомості засвідчено 21 червня 1919 р. генерал-майором Віктором Хартуларі [1, арк. 22]. З цього можна зробити висновок, що бронепоїзд ніяк не міг на початку червня 1919 р. прийняти перший бій, бо 21 червня він ще знаходився на заводі.

Література:

1.Центральний державний історичний архів України. Ф. 2161. Оп. 1. Спр. 302. Листування Ради з'їзду з директором Новоросійського товариства та документи з розрахунку за побудову на кошти Ради бронепоїзда «Генерал Дроздовський» для білої армії Денікіна. 1919 р. 34 арк.

УКРАЇНСЬКИЙ ФЕНОМЕН – ВОЛОНТЕРСТВО

Запорожець В. М., Кравцов О. М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сумнозвісні події в новітній історії України, її протистояння Росії, нагадали усьому світовому співтовариству напівзабуте поняття «волонтерство». Якщо дотримуватися історичної правди, цей термін не є новим. Варто згадати, що одними з волонтерів часів Першої світової війни була царська родина?

Наприклад, 23 листопада 1914 р. цар Микола II відвідав Харків. Можна по-різному ставитися до останнього російського царя, але, прибувши до З'їзду гірничопромисловців півдня Росії, керівник держави прийняв з рук Глави З'їзду М. Ф. фон Дітмара хліб-сіль та чек на один мільйон рублів [1]. Обідати імператор не залишився, а вирушив у лазарет на 225 ліжок, який було розгорнуто коштом гірничопромисловців у вересні 1914 р. [2]. За два місяці до лазарету було прийнято 327 солдатів та 12 офіцерів. 177 військових було виписано. І лише 5 людей померли від ран [2, с. 9938]. У шпиталі Микола II вручив медалі пораненим, подякував старшому лікарю лазарету К. Ф. Венгера, жіночому Опікунському комітету і «виступив у залі лазарету з промовою, де його слова неодноразово переривалися криками «ура» [1, с. 10065]!

Імператриця Олександра Федорівна опікувала санітарні потяги. Її приклад наслідували численні родички царської сім'ї, багато з яких пішли в сестри милосердя. І це не було піаром чи винятком із правил. Поранених лікували «усім світом». У лікарні Імператорського харківського університету було розгорнуто лазарет на 100 ліжок, у якому поранених лікували викладачі медичного факультету, а медичними сестрами були їхні дружини та дочки. Реальне училище Харкова, 3-тя та 4-та гімназії та один із найкрасивіших корпусів Харківського технологічного інституту – креслярський (нині ректорський) було передано під шпиталі. Крім того, у лабораторіях ХТІ виготовляли ліки [3, арк. 1] і бомбомети, калібри та колючий дріт [4, л. 93], відливали корпуси для верстатів та виготовляли інше потрібне майно.

Звичайно, самовіддана робота в тилу забезпечила успіхи військ на фронті. І лише руйнівна робота більшовиків завадила Росії увійти до складу країн – переможниць у Першій світовій війні та призвела до Громадянської війни.

Можна відзначити, що саме благородні пориви наших славетних предків призвели на початку XXI століття до відродження руху волонтерства, який вплинув на саме існування нашої країни.

Література:

1. XXXIX-й черговий З'їзд гірничопромисловців півдня Росії / Гірничозаводська справа. № 48. – 1914. – С. 10063-10069.

2. Лазарет Ради З'їзду гірничопромисловців півдня Росії для поранених воїнів/Гірничозаводська справа. № 45. - 1914. - С. 9935-9939.

3. Державний архів Харківської області (ДАХО). Ф. 770. Оп. 1. Спр. 780. Про приготування медикаментів у вітчизняних лабораторіях та заводах.

4. ДАХО. Ф. 770. Оп. 1. Спр. 826. До питання про виготовлення при ХТІ предметів військового спорядження.

ДЕЯКІ СТАТИСТИЧНІ ДАНІ ПЕРЕПИСУ НАСЕЛЕННЯ 1897 Р.

Капленко Р. О., Науменко В. В.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

28 січня 1897 року був проведений перший загальний перепис населення Російської імперії. Це був перший і єдиний перепис населення, який проводили по всій території країни, отримуючи відповіді на різноманітні запитання. В результаті було отримано велику кількість даних, які не завжди відповідали дійсності, наприклад дані з віросповідання, писемності рідною мовою. Деякі дані щодо результатів перепису щодо України в сьогоднішніх межах було визначено у відповідному довіднику та наведено нижче.

До південної частини Російської імперії було віднесено три губернії малоросійського району, три губернії південно-західного краю і чотири губернії, що становили разом з областю Війська Донського Новоросію.

Загальна площа Новоросії становила близько 637 000 квадратних верст, або близько сьомої частини всього простору європейської частини Російської імперії.

Населення становило понад 34 млн. осіб, або близько 30% всього населення Імперії. Мешканців на квадратну версту припадало близько 53 осіб, а земельний наділ на кожну людину становив близько 2-х десятин (більше двох гектарів).

Цікаві дані щодо населення за статевою ознакою. За даними загального перепису 1897 року на 100 чоловіків припадала різна кількість жінок: у Чернігівській губернії - близько 104, у Полтавській - 102, у Київській - 101, у Подільській - 100,5, у Волинській та Харківській - 99, в області Війська Донського -93, у Катеринославській – 93 осіб.

Ця різниця, швидше за все, пояснювалася переселенням робітників. Тобто, там де потрібно було більше робочих рук, там була більша кількість приїжджого населення, головним чином чоловічої статі. Отже, губернія, куди прямували люди, отримувала перевагу чоловічого населення жіночому. А в губерніях, звідки вони приїжджали, утворювалася явна перевага жінок. Кількість чоловіків віком 20-59 років становила 43 особи зі 100 чоловіків.

За рідною мовою основну частину становили малороси, тобто українці, які складали близько 65% населення. На другому місці знаходилися великороси, тобто росіяни, яких було близько 17%, німців було близько 2%, молдован близько 4% і так далі.

Чисельність міського населення за переписом становила близько 13,5%, а в Харківської губернії 15,1%.

Грамотність була розвинена значно слабше у порівнянні з Російською імперією: було всього близько 20% грамотних серед всього населення проти 23% по Імперії. До того ж, у містах грамотних було понад 41%, а у селах – близько 16%. За європейською частиною Імперії грамотних було у містах 49% та у селах 18,6%.

Література

1. Статистический справочник по Югу Росси. Полтава, типография преемников И. А. Дохмана, 1910 г. 76 с.

АВТОМАТИЗОВАНИЙ ПЕРЕКЛАД ТА ЙОГО СПЕЦИФІКА

Карачова Д.В., Савич О.М.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасному глобалізованому світі, де попит на переклад постійно зростає, розвиток технологій значно вплинув на процес перекладу. Автоматизовані перекладацькі інструменти стали невід'ємною частиною роботи перекладачів, дозволяючи значно скоротити час на переклад великих обсягів текстів.

Автоматизований переклад, або Computer-AidedTranslation (CAT), - це процес, у якому переклад виконується людиною за допомогою комп'ютерних технологій [2, с.48]. На відміну від машинного перекладу (Machine Translation, MT), що автоматизує весь процес, CAT передбачає співпрацю між перекладачем і технологіями [3, с.8].

Першим етапом автоматизованого перекладу є аналіз вихідних файлів, після чого виконується безпосередній переклад. Ключовими інструментами у процесі автоматизованого перекладу є пам'ять перекладу (Translation Memory, TM), яка містить сегменти вже перекладених тексті, та термінологічна база (Terminology Base, TB), що забезпечує точність і узгодженість термінів [1, с.653].

CAT-інструменти (Computer-Assisted Translation tools) спрощують роботу перекладача, підвищують продуктивність і забезпечують термінологічну послідовність. Вони поділяються на локальні та хмарні, а також на платні та безкоштовні [1, с.654].

Завершальним етапом є перевірка якості. QA-програми (Quality Assurance) автоматично виявляють помилки у перекладі. Вони, зокрема, перевіряють правопис, відповідність термінів, чисел і форматування, а також виявляє неоднорідність перекладу[1, с.655].

Таким чином, автоматизований переклад є ефективним інструментом, що підвищує якість і швидкість перекладацької роботи, хоча потребує професійного контролю. Він не замінює традиційний переклад, а доповнює його, роблячи процес продуктивнішим. У майбутньому очікується розвиток алгоритмів і впровадження нових технологій для ще більшої точності та функціональності.

Література:

1. Івашкевич Л.С., Залужний Р.Г. Перекладацький процес і інструменти його забезпечення. Науковий журнал «Молодий вчений», 2020. № 4. С.651–657.

2. O'Hagan M. Computer-aided translation. Routledge Encyclopedia of translation studies. Second edition. 2009. P. 48-51.

3. Quah C.K. Translation and Technology. Palgrave Textbooks in Translating and Interpreting. 2006.

ФОРМУВАННЯ КУЛЬТУРИ КІБЕРГІГІЄНИ В УКРАЇНСЬКОМУ СУСПІЛЬСТВІ: ІСТОРИЧНИЙ КОНТЕКСТ І ВИКЛИКИ БЕЗПЕКИ

Кондратьєв В.Ю.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сучасна епоха характеризується інтенсивною діджиталізацією суспільства та посиленням ризиків у цифровому просторі, що зумовлює трансформацію системи кіберзахисту України, де формування культури безпечної поведінки в мережі стає стратегічним пріоритетом держави. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю підвищення рівня цифрової грамотності громадян та формування культури безпечної поведінки в кіберпросторі.

Сучасні виклики у сфері кібербезпеки України характеризуються високою технологічною залежністю від іноземних виробників інформаційно-комунікаційних технологій та відсутністю системи оцінки відповідності таких продуктів вимогам безпеки. Це підвищує ступінь вразливості інформаційної інфраструктури та обмежує можливості протидії кіберзагрозам.

Згідно з Законом України «Про основні засади забезпечення кібербезпеки України», взаємодія між державою та суспільством охоплює декілька стратегічних векторів:

1. Формування багаторівневої системи моніторингу та протидії кіберзагрозам, що передбачає активне залучення добровольчих спільнот та громадських ініціатив до процесів виявлення та запобігання потенційним атакам у кіберпросторі.
2. Створення освітніх програм для навчання громадян безпечному використанню цифрових технологій та формування культури відповідальної онлайн-поведінки.
3. Налагодження ефективних каналів комунікації та механізмів своєчасного обміну даними щодо актуальних кіберзагроз між урядовими структурами, бізнес-спільнотою та громадськістю.
4. Розбудова мережі взаємодії та налагодження координації між спеціалізованими підрозділами реагування на кіберінциденти для забезпечення оперативного реагування на надзвичайні ситуації в цифровому просторі.
5. Створення платформи для інтеграції науково-технічного потенціалу дослідницьких інституцій, галузевих фахових об'єднань та активістів громадянського суспільства у розробку та впровадження інноваційних рішень у сфері кібербезпеки.

Важливим аспектом є створення консультаційних пунктів для громадян та реалізація державних і громадських проектів з підвищення обізнаності щодо кіберзагроз та кіберзахисту. Особлива увага приділяється розробці механізмів розкриття інформації про вразливості в умовах динамічної цифровізації всіх сфер державного управління та життєдіяльності держави.

Національний центр координації кібербезпеки відіграє ключову об'єднувальну та координаційну роль у цьому процесі, забезпечуючи взаємодію між різними суб'єктами системи кібербезпеки. Центр також координує діяльність щодо впровадження технічних та організаційних заходів для управління ризиками безпеки електронних комунікаційних мереж та інформаційних систем. Для ефективного впровадження кібергігієни необхідно забезпечити відповідність сучасним вимогам рівня підготовки та підвищення кваліфікації фахівців у сфері кібербезпеки. Реалізація включає створення навчальних програм, організацію практичних занять та воркшопів, а також розробку комунікаційних майданчиків для професійного обміну між експертами.

Забезпечення соціальної складової кібербезпеки є ключовим елементом розбудови захищеного цифрового простору в Україні, що передбачає безперервне покращення координації між урядовими структурами, комерційним сектором та громадськістю.

ЛЕКСИКО-ГРАМАТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ АНГЛОМОВНИХ ПРАВОВИХ ДОКУМЕНТІВ

Копієвська Ю.І., Мирошниченко В.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Юридичні тексти є специфічним видом документації, що мають чітку комунікативну мету, стандартизовані мовні конструкції та особливий стиль викладу. Вони містять спеціалізовану термінологію, складні граматичні конструкції та тісно пов'язані з правовими нормами. Лексичні особливості таких текстів включають використання термінів із чітко визначеним значенням, юридичних фразеологізмів, латинських та французьких запозичень, а також архаїчних виразів. Граматичні особливості проявляються у переважному використанні пасивних конструкцій, складнопідрядних речень, модального дієслова "shall" для вираження обов'язковості та інверсії слів для логічного акцентування.

Переклад юридичних документів вимагає точності та адаптації до правової системи цільової мови. Основні трансформації при перекладі включають лексичні зміни, такі як контекстуальна заміна, вибір варіантного відповідника, калькування, конкретизація, транскодування та додавання слів. Граматичні трансформації передбачають зміну порядку слів, поділ або інтеграцію структур. Оскільки англійські юридичні тексти відрізняються високим рівнем формалізації, їхній переклад вимагає особливого підходу для збереження точності та відповідності українським правовим нормам. Лексико-граматичні особливості таких документів ускладнюють процес перекладу, але застосування відповідних трансформацій дозволяє досягти максимальної точності та юридичної коректності. Особливу складність становлять терміни, які можуть мати різні еквіваленти в залежності від контексту, а також сталі юридичні вирази, що не завжди мають однозначні переклади.

Важливо враховувати, що юридичні тексти часто містять повторювані мовні конструкції, які забезпечують однозначність тлумачення. Саме тому переклад таких документів повинен не лише відтворювати зміст, а й зберігати офіційний стиль та юридичну силу висловлювань. Крім того, особливості правових систем різних країн можуть вимагати адаптації змісту, а не просто буквального перекладу. Таким чином, перекладач повинен не лише володіти юридичною термінологією, а й розуміти правові реалії обох мов, щоб гарантувати правильність інтерпретації тексту. Враховуючи міжнародний характер багатьох правових документів, перекладачі також повинні орієнтуватися на міждержавні стандарти юридичного письма, що сприятиме більшій точності та юридичній узгодженості тексту.

Література:

1. Cherniuk A., Voytko T. English legal discourse in the aspect of translation. Наукові праці Міжрегіональної академії управління персоналом. Філологія. 2021. № 1. С. 43–47

ВИПУСКНИК ХПІ ЛЕОНІД РУБАНЕНКО ЯК ПІДПРИЄМЕЦЬ, ГРОМАДСЬКИЙ ДІЯЧ ТА КУЛЬТУРТРЕГЕР

Красіков М.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Не так багато випускників НТУ «ХПІ», яким встановлено меморіальні дошки. 11 квітня 2025 року на будинку по вул. Ю. Чигирина, 5 з'явилася меморіальна дошка на честь Леоніда Івановича Рубаненка.

Народився Леонід Іванович 11.04.1957 р. в с. Щегольок Біловського району Курської області ррфср у родині вчителів. Батько та всі попередні покоління Рубаненків були вихідцями з Сумщини. Після закінчення в 1980 р. Харківського політехнічного інституту за спеціальністю «автомобілі й трактори» обіймав посади майстра та старшого майстра складального цеху № 1 ХТЗ. У 1990 р. був обраний головою Орджонікідзевського райвиконкому м. Харкова; працював начальником Головного адміністративного управління транспорту, зв'язку та дорожнього господарства Харківського міськвиконкому – заступником Харківського міського голови. Обирався депутатом Орджонікідзевської районної ради, депутатом Харківської міської ради та членом Харківського міськвиконкому. З 22.09.2000 р., дня створення корпорації «Консалтингова група „Рубаненко і партнери"», і до останнього дня життя обіймав посаду Голови правління корпорації. Був обраний першим керівником Харківської організації Українського союзу промисловців і підприємців. З 2001 р. очолив Об'єднання організацій роботодавців Харківщини і переобирався чотири рази головою цього об'єднання. Неодноразово обирався членом Президії Федерації роботодавців України. У грудні 2003 р. обраний президентом Всеукраїнської ГО «Спілка податкових консультантів України». Серед його почесних звань – «Заслужений економіст України» та «Заслужений працівник культури АР Крим». У 2014 р. він став співзасновником ГО клубного типу «Гостинна на Дворянській» та Культурно-ділового центру «Рубаненко і партнери». Разом із дружиною Людмилою Василівною та колективом однодумців він започаткував чимало творчих проєктів, зокрема «Великі земляки», «Харківські династії», «Ніч музеїв» та інші, які продовжуються й досі. Щорічні краєзнавчі календарі, художньо-документальні виставки «Гостинної» в багатьох містах України, перевидання раритетів, купа інших культурних подій були б неможливі без фінансової, організаційної та творчої підримки Л. Рубаненка. Як фотомитець він представляв свій доробок на 3-х персональних виставках: «О. Бекетов у Харкові» – про будинки О. М. Бекетова, 2009 р. (в Алуштинському Будинку-**музеї** О.М. Бекетова та у «Гостинній на Дворянській») та «Віддзеркалення» – фото з подорожі фіордами Норвегії, 2012 р. (у «Гостинній на Дворянській»). У 2019 р. він взяв участь у присвяченій З. Серебряковій виставці «Нескучне. Фотопогляди» (галерея «Мистецтво Слобожанщини», Харків), організованій автором цих рядків. Був виданий комплект листівок із фотографіями нескучанських квітів, зробленими Л.І. Рубаненком.

Не стало Леоніда Івановича 03.10.2023 р.

АНАЛІЗ ПОНЯТТЯ «ФІЛОСОФІЯ ТЕХНІКИ» ТА РОЗГЛЯД КОНСТРУКТА «ФІЛОСОФІЯ ТЕХНОЛОГІЇ»

Кривенко С.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Технічний розвиток одночасно вимагає присутності декількох моделей опису: історично-ретроспективного та проективно-прогностичного (тобто футурологічного). Можливо запропонувати ще одне розуміння поняття ретрофутурології, як дисципліни, яка знаходиться у площині перетину дослідження обох цих напрямів (колись В.І. Вернадський писав, про те, що починаючи з сучасного йому XX сторіччя розпочався процес виникнення нових дисциплін, які будуть надалі базуватися на перетині двох і більше «старих» наук з їх дослідницьким полем). В.М. Леонтьєва та І.М. Сілютіна у власній науковій праці філософію техніки та технологій визначають як комплексну дисципліну [3], і, хоча самі поняття «Техніка» та «Технології» історично походять з давніх часів, філософський напрям цих досліджень у філософії є досить молодим [2]. Досліджуючи питання ретрофутурології відповідно ми в першу чергу базуємся на матеріалах як футурології та прогностики, так і філософії техніки і філософії технології. Серед низки відповідних праць є нагода вказати модель дослідження П. Штайнера [6], С. Віал, [7]. Д. Ігде [5]. Футурологія та прогностика прямим чином мають відношення до проблемного поля дослідження питань філософії техніки та технології [1], [4]. Філософія техніки як і футурологія об'єднує у собі питання накопичення та використання людського досвіду та пізнання в цілому. П. Штайнер писав, що технологія загалом робить можливими найзагальніші форми людської когнітивної діяльності, які за допомогою технології та інформаційно-комунікаційних систем, продовжують впливати на способи сприйняття, запам'ятовування, та визначення цінностей, тим самим продовжуючи загальний технічний розвиток.

Література:

1. Годзь, Н.Б. (2008). Екологічна футурологія як модель майбутніх коеволюційних шляхів у відносинах людина-техніка-природа. *образование*, (1), 74-79.
2. Громосяк, Н. (2016). Філософія науки та техніки. Збірник тез міжнародної наукової конференції молодих учених та студентів «Філософські виміри техніки», 24-24.
3. Леонтьєва, В. М., & Сілютіна, І. М. (2020). Філософія техніки. 135 с.
4. Ушно, І. М. (2023). Філософія техніки та технології: історико-філософський контекст.
5. Ihde, D. (2004). Philosophy of technology (pp. 91-108). Springer Netherlands.
6. Steiner, P. (2010). Philosophie, technologie et cognition. Etats des lieux et perspectives. Intellectica, 53(1), 7-40.
7. Vial, S. (2012). La structure de la révolution numérique: philosophie de la technologie (Doctoral dissertation, Université René Descartes-Paris V).

ПРАВОВЕ РЕГУЛЮВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ЄС ЯК СКЛАДОВОЇ ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Лисенко І.В., Лисенко А.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Актуальність проблеми правового регулювання впровадження штучного інтелекту в ЄС зумовлена не лише необхідністю захисту права інтелектуальної власності, але й охороною основних прав і свобод людини.

13 березня 2024 року Європейський парламент ухвалив Закон про штучний інтелект. Закон про ШІ запроваджує комплексні правила використання ШІ в ЄС, що робить його першим великим правовим блоком, який регулюватиме цю новітню технологію. Імплементація його положень буде проходити поступово, починаючи з 2025 року.

Зважаючи, що окремі країни ЄС, зокрема Німеччина та Франція, раніше виступали за саморегулювання, а не за державні правообмежувальні механізми, введення у дію окремих норм, розтягнеться на декілька років. Втім даний нормативний акт є першим у світі у сфері правового регулювання діяльності штучного інтелекту. ЄС намагається зайняти ключові позиції у світі регулювання технологічних розробок у галузі ШІ та домінування на ринку ключових гравців, оскільки зростає занепокоєння щодо потенційних зловживань штучним інтелектом.

Серед основних цілей зазначеного документу є захист фундаментальних прав, демократії, верховенства права та захисті довкілля від ризиків, що пов'язані зі ШІ, та водночас прискорити інновації та забезпечити провідну роль Європи у цій сфері. Нові правила забороняють використання деяких програм ШІ, які можуть загрожувати правам людини, включаючи певні категорії біометричних систем, масовану ідентифікацію обличь із використанням камер спостереження для створення відповідних баз даних. Заборонено фіксацію емоційних реакцій на робочих місцях та у школах, системи фіксації соціального рейтингу, «інтелектуальні» поліцейські дії, які базуються виключно на складанні профілю особи та оцінці її особистих характеристик. Заборонено використовувати ШІ для маніпулювання поведінкою людей або для експлуатації їх вразливостей.

Встановлено заборонену використання біометричних систем ідентифікації для правоохоронців за виключенням чітко встановлених випадків, наприклад, для пошуку зниклих осіб та для запобігання терористичним загрозам.

Передбачається введення чітких зобов'язань та обмежень для функціонування систем на основі ШІ в інших сферах, наприклад, у функціонуванні критичної інфраструктури, в системі освіти, зайнятості, приватних та державних послуг, включаючи охорону здоров'я та банківське обслуговування. Певні обмеження накладаються також на використання ШІ в деяких правоохоронних системах та у правосудді, у структурах, що залучені до регулювання міграції, охорони кордонів, а також у виборчих системах, з точки зору зниження ризику можливих впливів на виборців.

Отже, захист основних прав та свобод населення ЄС ґрунтується на людино орієнтованих засадах у використанні штучного інтелекту, що забезпечує відповідність застосувань штучного інтелекту законодавству країн-учасниць про основоположні права та свободи людини та громадянина. Також ЄС використовує ШІ як вагому інноваційну складову у стрімкому розвитку інноваційної сфери: промисловості, енергетиці, збереженні та захисті навколишнього середовища та як безпекову складову суспільства вцілому.

КОРУПЦІЯ ЯК СОЦІАЛЬНЕ ЯВИЩЕ

Ляшенко Н.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Корупція виникає тоді, коли з'являється додатковий продукт що додається до інших типів ресурсів (таких як знання, фізична сила, підтримка, послуги, час тощо) та більш складною та розгалуженою стає вертикальна ієрархічна система управління (чиновники, службовці, керівники різного рівня). Корупція надає можливість для того хто використовує займану посаду та наявну владу: 1) отримати бажані ресурси (матеріальні та нематеріальні); 2) якщо навколо є ті хто також використовує корупцію, то можна створити нову паралельну систему правил поведінки «для своїх», що дозволяє зберігати та захищати один-одного та бути при владі. Для того, хто звертається до корупціонера для отримання привілей в порівнянні з іншими за надану незаконну винагороду з'являються можливості: 1) вирішення спірного питання на власну користь; 2) прискорення вирішення питання; 3) отримання цінної інформації; 4) отримання цінних матеріальних та нематеріальних ресурсів вкладаючи менше в це, ніж приписано по закону. В корупції зацікавлені в першу чергу учасники корупційних схем, але вона може прискорювати вирішення проблем в забюрократизованому суспільстві, допомагати переглядати застаріли правила та стимулювати розвиток руйнуючі старе, вона може допомогти вирішити нагальні гострі питання стабілізувати суспільство. В великих масштабах корупція руйнує суспільство, гальмує його розвиток: розповсюджується правовий нігілізм; руйнуються норми моралі, з'являються подвійні стандарти; зростає аномія та дезорієнтація людей, бажання жити в інший країні за більш чесними прозорими правилами; люди що займають посади та мають владу масово починають менш сумлінно виконувати власні обов'язки розраховуючи на додаткові винагороди; збільшується соціальна нерівність яка сприймається як несправедлива та незаконна; гальмується розвиток економіки, тому що корупція а не конкуренція стимулює її розвиток; влада концентрується в руках невеликої групи, яка захищає себе від конкурентів та використовує владу у власних цілях; в культурі збільшується толерантність до корупції як до звичайного явища що допомагає вирішити проблеми за гроші; рівність законів для всіх є лише на папері.

Корупція активно розповсюдилася в Україні тому що: існуюча в радянські часи подвійна мораль привчила людей до сприйняття держави та її нормативного порядку як до обов'язкової цінності «для звичайних людей», а ті хто мають владу можуть її використовувати для власних цілей; протиставлення власних інтересів суспільним, ставлення до суспільства як до чогось другорядного, відчуження від держави; розповсюдження «психології временщика», що викликано політичної та економічної нестабільністю, недовірою до влади, непрозорістю її рішень та безвідповідальністю; наявність кругової поруки та безкарності тих хто є корупціонером; є сприйняття існуючої соціальної нерівності як несправедливій, тому «подяка» за якісно виконану роботу сприймається як норма.

СОЦІАЛЬНО-ГУМАНІТАРНІ ПРОБЛЕМИ ТА ОСНОВНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ФІЗИЧНОЇ КУЛЬТУРИ В УКРАЇНІ

Ляшуга І.Ю.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В роботі розглянуто проблему розвитку фізичної культури в контексті соціально-гуманітарних наук. Розвиток цих наук дозволив підготувати фахівців та спеціалістів фізичної культури. Важливими умовами активної самостійної рухової активності людей є економічний добробут, задоволення їх базових потреб. Фізичне виховання визначається як соціально-економічними, соціально-політичними та соціально-культурними факторами розвитку країни. Найбільш перспективні направлення розвитку фізичної культури та спорту в Україні є залучення різних верств населення до видів оздоровчої фізкультури; покращення оснащення спортивних споруд необхідним спортивним інвентарем для занять фізичною культурою; будівництво нових та сучасних спортивних об'єктів тощо.

Організація фізкультурної діяльності людей повинна бути спрямована на усвідомлення необхідності занять спортом, розуміння його психологічних основ та розвиток фізичної сили і витривалості. Особливу увагу слід приділити розвитку у студентства зацікавленості до фізичної культури та активному образу життя. Постійні фізичні вправи та навантаження мають гарні результати та чудове самопочуття. Аспектом зацікавленості студентів та молоді до спорту є викладач, який повинен знаходити особистий підхід до кожного студента, привчати їх до фізичних вправ та розробляти план навчання з урахуванням особистих та фізичних можливостей. Індустрія фізичної культури та спорту є соціально значущою. Завдяки цьому вирішуються різні проблеми. Зокрема, об'єднання нації, відволікання молодого населення від шкідливих звичок, профілактика захворювань, зростання середньої тривалості життя та її якості. Саме тому дана сфера потребує регулярного та достатнього державного фінансування.

Таким чином, розвиток фізичної культури є неодмінним фактором розвитку соціально-гуманітарних показників в Україні. Заняття фізичною культурою спонукають до розробки нових методів та технічних засобів, а також створюють потреби в вдосконаленні показників якості фізичної культури в країні. Вони підвищують попит суспільства на будівництво нових споруд для заняття спортом, стимулюють створення сучасного обладнання, проектування нових видів спортивного інвентарю.

ІНТЕГРАЦІЯ ПРИКЛАДНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ У ДИПЛОМНЕ ПРОЄКТУВАННЯ СТУДЕНТІВ КАФЕДРИ ТУРБІНОБУДУВАННЯ НТУ «ХПІ»: ВНЕСОК У РОЗВИТОК ВИРОБНИЦТВА

Меньшиков С. О.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Кафедра турбінобудування Національного технічного університету «ХПІ» є унікальним освітньо-науковим осередком, що здійснив вагомий внесок у розвиток енергетичного машинобудування в Україні. Протягом десятиліть кафедра забезпечувала підготовку висококваліфікованих інженерних кадрів для провідних підприємств галузі, зокрема Харківського турбогенераторного заводу (ХТГЗ), інших турбінних заводів та проєктно-конструкторських організацій.

Однією з особливостей освітнього процесу на кафедрі була тісна інтеграція навчання з виробничою практикою. Студенти залучалися до вирішення актуальних технічних завдань, що виникали безпосередньо на промислових підприємствах. За ініціативи виробничих партнерів, дипломне проєктування студентів часто ґрунтувалося на реальних виробничих задачах, що потребували інженерного аналізу й практичного розв'язання. У багатьох випадках дипломні роботи виконувалися на підприємствах-замовниках проєктів, що сприяло формуванню практичної компетентності майбутніх інженерів.

Завдяки поєднанню фундаментальної підготовки, прикладної спрямованості досліджень і сталим зв'язкам з галузевими підприємствами, кафедра турбінобудування ХПІ тривалий час залишалася провідним науково-освітнім центром у сфері енергетичного машинобудування.

На 1962/1963 навчальний рік лише ХТГЗ просив доручити студентам виконати дипломні проєкти парових і газових турбін за 12 темами. Матеріали дипломних проєктів пізніше були використані на заводі під час розробки і створення парових і газових турбін. Главенергомеханізація Центральне конструкторське бюро Харківський філіал в тому році також просило направити для виконання реальних дипломних проєктів трьох студентів-турбіністів 5-го курсу. Загалом же в 1962/1963 навчальному році з 41 дипломної роботи 33 були виконані за реальними завданнями підприємств [1].

У 1968\69 навчальному році за завданням ХТГЗ було виконано 16 реальних дипломних проєктів із модернізації турбін К-300-240, К-500-240 і К-165-130 [2].

Залучення студентів до вирішення практичних виробничих завдань стало системним елементом освітнього процесу на кафедрі. Щороку дипломники виконували кваліфікаційні роботи, що базувалися на реальних дослідницьких і конструкторських завданнях, сформульованих підприємствами енергетичного машинобудування. Такий підхід забезпечував майбутнім фахівцям можливість здійснювати прикладний внесок у розвиток галузі ще на етапі навчання.

Література:

1. ДАХО (Державний архів Харківської області). Ф. Р-1682, Оп.13. Спр. 788. арк.6-7.
2. ДАХО. Ф. Р-1682, Оп.13. Спр. 2830. арк.8.

ТЕАТРАЛЬНІ ПОСТАТІ В «ПОРТРЕТАХ СУЧАСНИКІВ» А. ПЕТРИЦЬКОГО

Міщенко-Рава М.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Особливе значення в творчості художника Анатоля Петрицького мав так званий «харківський період», коли Петрицький був жителем легендарного будинку «Слово». Багато з відомих постатей української культури було втілено в його «Портретах сучасників» на виставці 1932 року в Харкові, в Будинку літератури. Велика кількість портретів була знищена під час репресій 30-х років, ще деякі зникли під час Другої світової. Ті, що збереглися – демонструють стильову та смакову особливість тої епохи і самого Петрицького.

Зв'язок художника з театром прослідковується протягом його життя: з 1917 його доля безпосередньо пов'язана з «Молодим театром», також Петрицький був художником Першого державного драматичного театру УРСР та Української музичної драми (м. Київ). «Березіль» шукав нові форми, підходи, шляхи у мистецтві, як і Петрицький. Петрицький був художником театру, створював унікальні театральні декорації, театральні костюми, інтегрував в театральний простір новітні віяння авангарду (альбом «Театральні строї Петрицького»). Футуризм, конструктивізм втілені ним в оформлені «Тараса Бульби», «Князя Ігора», «Вія», «Сорочинської ярмарки», «Червоного маку», «Турандота». Це унікальне авангардне оформлення сценічного простору, пошук новітніх декоративних засобів, динаміка і колоритність сцен.

Станковий живопис та портрети Петрицького знайомлять нас з деякими постатями театрального життя тогочасної України. Ритм кубізму ми бачимо в роботі «Актриса» (1922), і відкриваємо для себе талановиту молоду акторку «Березоля» Валентину Чистякову. В 1924-1925 створено портрети актора Українського драматичного театру ім. І. Франка Євгена Коханенка. Портрет актора Бориса Глаголіна (1926) був використаний для обкладинки журналу «Нове мистецтво» номер 3 в тому році, завдяки чому дійшов до нас. Так само як і портрет Ганни Мещерської (1926, номер 16). Лише за репродукцією дійшов до нас портрет Леся Курбаса у виконанні Петрицького (1929). Завдяки Петрицькому ми маємо уявлення про акторське перевтілення та гру талановитого діяча театру Костянтина Кошевського (1928 та 1930), актора Йосипа Гірняка (1928), акторки Валентини Варецької (1929), актора та режисера Мар'яна Крушельницького (1931) в яких відслідковуються манера зображення діячів театру у використанні атрибутів акторської професії. Портрет акторки Любові Гаккебуш (30-ті роки) – це демонстрація гри актриси, її мімики та перевтілення.

В 1927 в журналі «Червоний папірець» було надруковано шарж Петрицького «Секрет успіху», який показує пошуки розвитку українського театру. На шаржі – діалог І. Карпенко-Карого з новою генерацією драматургів – Анатолія Гака, Яківа Мамонтова, Миколи Куліша. Театральні постаті у виконанні художника наголошують на тих змінах, що торкнулися як мистецтва взагалі, так і театральної сфери на початку XX століття.

КОНСТРУКТ «УКРАЇНА-ЩИТ ЄВРОПИ» ЯК ПРЕДМЕТ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ДИСКУСІЇ В КОНТЕКСТІ РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ 2014-2025 РР.

Мотенко Я.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В умовах російсько-української війни 2014-2025 рр. у стратегічних та суспільних комунікаціях важливого значення набуває використання так званих конструктів – понять, які пояснюють чи інтерпретують складні соціальні явища. Використання конструктів є одним із засобів ведення інформаційної війни, що дозволяє підсилити соціальну стійкість всередині країни, консолідувати її підтримку міжнародною спільнотою та деморалізувати супротивника. На сучасному етапі в медіасфері України одним з найуживаніших став конструкт «Україна-щит Європи». Однак, використання цього конструкту у політичній комунікації з державами Західної Європи та публічній дипломатії з її громадянським суспільством виявилося більш ефективним для подолання наслідків гуманітарної катастрофи в Україні ніж для отримання нею високотехнологічних видів озброєння, здатних докорінно змінити ситуацію на полі бою. Як наслідок, у науковому та публічному дискурсах України поступово формується альтернативний підхід до визначення її геополітичної ролі. Зокрема, його прихильники апелюють до інтелектуальної спадщини М.С. Грушевського (1866-1934), С.Л. Рудницького (1877-1937), Ю.І. Липи (1900-1944), які радили не обмежувати бачення міжнародного становища України координатами «Захід-Схід» і наголошували на перспективності реалізації українського державницького проєкту у воєнно - економічному блоці з країнами Балтії та Кавказу. Критики конструкта «Україна-щит Європи» вказують на низку його проблемних аспектів. Передусім – це ризик втрати Україною політичної суб'єктності, коли Західна Європа почне сприймати її лише як буферну зону, що має відмежувати Європейський Союз від збройної російської експансії. Позиціювання України як «щита» має неоднозначний вплив на громадську думку населення країн Заходу, оскільки формує переконання в тому, що її історичне завдання – це стримування загроз, а не формування власної зовнішньої політики. Сприймання західноєвропейським політичним істеблішментом та широким загалом України як периферійної держави, історична місія якої – принести себе в жертву заради збереження західноєвропейської цивілізації викликає дискусії серед певної частини громадянського суспільства України стосовно розмірів прийнятних втрат у війні з ядерною державою, яка отримує допомогу живою силою та озброєнням від Північної Кореї та Ірану. Таким чином, конструкт «Україна-щит Європи» став предметом інтелектуальної дискусії в українському суспільстві спрямованої на переосмислення місця України у системі європейської безпеки та пошук реальних гарантій збереження її суверенітету і здатності реалізувати власний економічний, технологічний та культурний потенціал.

ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЧНОГО ЗАКОНОДАВСТВА УКРАЇНИ

Никонюк Є.С., Вергун В.Г.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Зважаючи на те, що стан довкілля в Україні залишається критичним, необхідні ефективні закони. Основною метою екологічних законів є забезпечення розумного використання природних ресурсів, охорони природи та благополуччя населення. Проблеми екологічного законодавства України залишаються актуальними в умовах посилення антропогенного навантаження на довкілля та зростання потреби в ефективному правовому регулюванні охорони природи.

Фрагментарність нормативно-правової бази є однією з ключових проблем. Чинні закони часто містять суперечності, дублювання положень і неузгодженості, що значно ускладнює їхнє практичне застосування. Це створює правову невизначеність для державних органів, підприємств і громадян.

Питання систематизації екологічного законодавства набуває особливої актуальності. Неефективність правового регулювання у сфері охорони довкілля виникає через відсутність єдиного узгодженого підходу до організації правових норм, а також відсутність Екологічного кодексу України як комплексного акту. Для того, щоб створити стійку та ефективну екологічну політику держави, необхідно систематизувати законодавство, усунути дублювання та конфлікти та створити міцну законодавчу основу [1].

У законодавстві про навколишнє середовище України є низка проблем, а також неефективний механізм його впровадження. Незважаючи на те, що існує багато законів, реальний стан навколишнього середовища свідчить про недостатній контроль, неузгодженість у владі та недостатнє покарання за порушення. Щоб досягти успіху, необхідно запровадити комплексний підхід до правового регулювання, покращення інституційного забезпечення та практичне застосування екологічного законодавства в інтересах суспільства та природи.

Література:

1. Каракаш І. І. "Актуальні проблеми систематизації сучасного екологічного законодавства України." // Актуальні проблеми держави і права, 2018 – с. 63-71.

МЕДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЧЕРКАСЬКОЇ ОБЛАСТІ В ЧАСИ ГІТЛЕРІВСЬКОЇ ОКУПАЦІЇ (1941-1944 РР.)

Петлінська Ю.В
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» м. Харків

Період німецької окупації Черкаської області (1941–1944) позначився різким погіршенням умов життя населення, зокрема – в галузі охорони здоров'я. Згідно з архівними документами Черкаського обласного державного архіву, окупаційна адміністрація не мала на меті забезпечити повноцінне функціонування системи охорони здоров'я – її дії були спрямовані радше на утримання мінімального рівня медичної допомоги, необхідного для обслуговування потреб німецької армії та підтримання працездатності місцевого населення [1].

Медикаменти надходили переважно з місцевих джерел – аптекарі виготовляли ліки з доступної сировини. У документах Звенигородської лікарні (1943 р.) згадується використання трав'яних настоїв і домашніх засобів у лікуванні поранених та хворих [2]. Аптеки працювали нерегулярно, а частина була перетворена на склади для потреб військових.

Попри складні умови, місцеві медичні працівники намагалися виконувати свій обов'язок. У документах Тальнівського району зафіксовано приклади самоорганізації сільських громад для ремонту фельдшерських пунктів та збору коштів на медичне забезпечення [3]. Водночас окупаційна влада часто вилучала медикаменти для потреб Вермахту, залишаючи населення без елементарної допомоги.

Підсумовуючи, архівні свідчення засвідчують, що медичне забезпечення Черкаської області в роки німецької окупації перебувало в стані глибокої кризи. Обмежені ресурси, відсутність підтримки з боку окупантів та складна епідеміологічна ситуація стали випробуванням для системи охорони здоров'я, а її функціонування трималося здебільшого на ентузіазмі та жертовності місцевих медиків.

Література:

1. Державний архів Черкаської області (далі – ДАЧО), ф. Р-1532, оп. 1, спр. 5 – Звіти Черкаського окружного лікаря, 1942 р.

2. ДАЧО, ф. Р-1527, оп. 1, спр. 8 – Листування Звенигородської лікарні з районним управлінням, 1943 р.

3. ДАЧО, ф. Р-1540, оп. 1, спр. 10 – Матеріали про діяльність сільських фельдшерських пунктів Тальнівського району, 1942–1944 рр.

ПЕРЕКЛАД АНГЛІЙСЬКИХ МОРСЬКИХ ТЕРМІНІВ УКРАЇНСЬКОЮ МОВОЮ (НА МАТЕРІАЛІ СЛОВНИКА)

Проскурін І. В., Мирошниченко В.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Морська термінологія відіграє важливу роль у забезпеченні точності та ефективності професійної комунікації у сфері судноплавства, морської логістики, навігації, безпеки на морі та інших галузях, пов'язаних із морською справою. Англійська мова, як провідна мова міжнародного морського сполучення, має розвинену систему морських термінів, які широко використовуються в офіційних документах, технічній літературі та навчальних матеріалах. Відповідно, переклад таких термінів українською мовою потребує особливої уваги до точності, узгодженості та відповідності чинним нормам української термінології.

Переклад морських термінів у спеціалізованих словниках свідчить про використання таких способів перекладу, як транскрипція, калькування, переклад за значенням, а також створення нових термінів у разі відсутності відповідників. Зустрічаються також варіантні переклади, що використовуються в різних джерелах, і це потребує уніфікації для досягнення термінологічної послідовності.

Серед труднощів особливу увагу привертає передача багатозначних термінів, термінів з культурно-специфічним змістом, а також абревіатур, які потребують адаптації в українському мовному середовищі. У таких випадках доцільним є врахування контексту, структури терміна та його функціонального призначення.

Важливим аспектом є уніфікація перекладів у межах словника, що сприяє створенню стабільної та зрозумілої термінологічної бази для фахівців. Систематичне використання усталених варіантів підвищує якість перекладу та полегшує розуміння матеріалів у професійному середовищі.

Переклад англійських морських термінів на основі словникового матеріалу є необхідною складовою розвитку української морської термінології та забезпечення її відповідності міжнародним стандартам.

Література:

1. Cutler D., Cutler T. Dictionary of Naval Terms. Annapolis : Naval Institute Press, 2005. 272 p.
2. Online Etymological Dictionary URL: http://www.etymonline.com
3. Д'яков А. С., Кияк Т Р., Куделько З. Б. Основи термінотворення: семантичні та соціолінгвістичні аспекти. Київ, 2000. 345 с.

УКРАЇНСЬКА АНІМАЦІЯ: НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПОШУК ІДЕНТИЧНОСТІ

Романюк Ю.Р., Міщенко-Рава М.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сучасна анімація стрімко розвивається і вже давно вийшла за межі традиційного малювання. Вона поєднує мистецтво, програмування та інноваційні технології, створюючи захопливий візуальний світ, який ми бачимо в мультфільмах, фільмах, іграх та навіть рекламі. Найпопулярнішими сьогодні є 3D-анімація (програми Blender, Maya, 3ds Max); Motion Capture (захоплення руху); 2D-анімація з цифровою обробкою (програми Toon Boom або Adobe Animate); віртуальна та доповнена реальність (VR/AR); штучний інтелект та генеративні нейромережі. Разом з тим, українська анімація окрім технологічних розробок, їх втілення та тримання міжнародної планки в цій сфері, має за мету відновлення та демонстрацію української ідентичності, навіть в цей сфері долаючи шлях ствердження української унікальності.

2020-ті роки стали для української анімації часом подолання нових викликів та стрімкого входження в глобальний культурний простір. Початок десятиліття позначився пандемією COVID-19, яка паралізувала кіновиробництво, але водночас прискорила цифрові трансформації. Українські студії швидко адаптувалися до дистанційної роботи. В новій історії української анімації в 2021 році з'явився дитячий ютуб-проєкт «Бробакс» від Суспільного. Це канал, де українські діти можуть дивитися якісні та безпечні мультсеріали українського виробництва, слухати аудіоказки, та повчальні історії з терапевтичним сенсом, створені для підтримки українських дітей в умовах нових реалій. У 2023 році вийшов другий повнометражний мультфільм (після «Викраденої принцеси») від студії «Animagrad» «Мавка. Лісова пісня», який всьому світу показав українську міфологію, втіливши образи казкових міфічних постатей. Потужним явищем в мистецтві став колаборaційний проект «Війна очима дітей» (2023), де аніматори з різних регіонів України візуалізували малюнки дітей, які пережили окупацію. Перший в Україні анімаційний серіал для дітей «Моя країна Україна» від студії Novator film на сьогодні має 26 серій і містить в собі історичні та культурологічні матеріали. Кожна серія показує маленьку подорож Україною, розказує легенди, вивчає країну разом з дітьми.

Анімаційні проекти, створені останніми роками, підкреслюють українську ідентичність, формують національну свідомість та гордість за країну. Технології є важливими, але вони інструмент. Від ручних малюнків на папері до віртуальної реальності, українська анімація не лише розважає, а й намагається зберегти генетичний код нації. Розвиток української анімації, різні колаборації, створення творчих груп, таких як FILM.UA Group (найбільша у Східній Європі інтегрована група компаній у сфері кіно- і телепродакшна), застосування новітніх технологій дають впевненість в перспективах розвитку і надію на очікування нових важливих для України проектів. Йдеться і про розробку, і виробництво, і дистрибуцію, і доставку аудіовізуального контенту українцям, а від українців – світу.

НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ ПОСТУП УКРАЇНСЬКОЇ ТАКТИЧНОЇ МЕДИЦИНИ: ВІД ВОЛОВИХ НОШІВ ДО ЕВАКУАЦІЙНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ

Робак І. Ю., Демочко Г. Л.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Харківський національний медичний університет, м. Харків

Українська тактична медицина пройшла славний багатовіковий шлях, хоча таку назву здобула порівняно нещодавно, наприкінці XX століття. Її ми наразі визначаємо як теорію і практику надання допомоги пораненим на догоспітальному етапі, націлене, передусім, на попередження причин смерті.

Важливим етапом допомоги під час бойових дій є допомога в умовах евакуації (Tactical Evacuation Care). Ще на початку XIX ст. видатний український військовий лікар та вчений Яким Чаруковський у своїй фундаментальній праці «Воєнно-походна медицина» відзначав важливу роль, що її відіграє евакуація поранених з поля бою. Він пропонував застосовувати для виносу важкопоранених спеціальні ноші. Виготовляли їх на місці з наперед підготовлених волових шкір, до яких встромляли козацькі піки або солдатські рушниці [1, с. 210].

Треба розуміти, що й у XXI ст. евакуація поранених з «передку» відіграє не менш важливу роль для збереження їхнього життя ніж у XIX ст. Відмінність полягає у використанні наявних можливостей науково-технічного прогресу. Його здобутки нашого часу застосовують українські військові медики в боротьбі з російським агресором. Зокрема, надійним евакуаційним засобом у СОУ сьогодні стали евакуаційні дрони. Українські інженери розробили для порятунку військових спеціальний тип дронів – наземний. Ініціаторами такого винаходу стали бійці з підрозділу «Вовки да Вінчі» [2]. А на сьогоднішній день існує вже декілька моделей і потужніших дронів-ношів [3]. Нещодавно на фронті працювало вже дванадцять таких розробок [4]. Найвражаючим досягненням у цій царині стала евакуація трьох поранених, які перебували під вогнем майже місяць, у березні 2025 року. Евакуацію здійснив наземний роботизований комплекс вітчизняного виробництва вантажопідйомністю 250 кг [5].

Література:

1. Военно-походная медицина: Въ 5 ч. СПб., б. в., 1836–1837. С. 210;
2. Наземний дрон для евакуації поранених воїнів розробили українські інженери. URL: https://uatv.ua/uk/nazemnyj-dron-dlya-evakuatsiyi-poranenyh-voyiniv-rozrobyly-ukrayinski-inzhenery-video/ (дата звернення: 14.04.2025);
3. Климчук Т., Грунтківська А. «Рятувати поранених мають роботи»: волонтери з Рівненщини передали наземний дрон ЗСУ. URL: https://suspilne.media/rivne/725532-ratuvati-poranenih-maut-roboti-volonteri-z-rivnensini-peredali-nazemnij-dron-zsu/ (дата звернення: 15.04.2025);
4. Морозова А., Проскуров Б. Малий, але міцний та спритний: як працюють наземні дрони для евакуації поранених військових. URL: https://www.5.ua/regiony/malyi-ale-mitsnyi-ta-sprytnyi-iak-pratsiuiut-nazemni-drony-dlia-evakuatsii-poranenykh-viiskovykh-siuzhet-326479.html (дата звернення: 15.04.2025);
5. Як наземний дрон вивіз трьох поранених, яких місяць не могли евакуювати. Розбір операції. URL: https://texty.org.ua/articles/114843/dron-ardal-vyviz-troh-poranenyh-yakyh-misyac-ne-mohly-evakuyuvaty-z-pozycij/?src=main (дата звернення: 11.04.2025

РОБОТА ТОВАРИСТВА «ПРОСВІТА» В ХАРКОВІ В 1941-43 рр.

Рогатюк Є. О., Макарова Є. О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

З приходом німців в 1941 р. з'явилася надія на незалежність України. Німці спонсорували відродження української культури, відродження товариства «Просвіта», куди увійшло чимало відомих харків'ян: Юрій Шевельов, професори П. Соловйов, В. Дубровський, П. Дармостук, П. Ковалевський та інші.

Крім просвітницької діяльності, члени товариства намагалися забезпечити міських вчених продуктами харчування, а сільських мешканців – знаннями, культурою, освітою. Душею підприємства був Олексій Іванович Крамаренко, колишній професор ХТІ і обер-бургомістр Харкова. Однак, у квітні 1942 року його заарештувало Гестапо… У 1943 р. «Просвіта» була німцями закрита і продовжувала свою діяльність якщо не нелегально, то напівлегально. Незалежна Україна була німцям не потрібна. Формально в 1943 р. очолив це громадську організацію професор ХТІ Павло Тимофійович Дідусенко. У перший період німецької окупації був членом її ради, а у другій період організував «Просвіту» і був головою ради. Як фундатор «Просвіти» підписав її статут. 23 серпня 1943 р. Харків був остаточно звільнений від німців. П. Т. Дідусенко на момент визволення міста знаходився у Берліні, куди був вивезений німцями.

У грудні 1945 р. репатрійованому з Німеччини Павлу Тимофійовичу було пред'явлено звинувачення, що він, «у 1941 р. повернувся з радянського тилу до Харкова до моменту його окупації німцями і прожив у ньому обидва періоди окупації. Брав активну участь у створенні в Харкові організацію Українських націоналістів, будучи главою делегації німецькому командуванню з клопотанням для дозволу на існування останньої». Дідусенко стверджував: «Вважаю за необхідне додати, що в «Просвіті» я бував вже з часу її організації в Харкові - кінець 1941-початок 1942 року, відвідував концерти, вечори. Був з того ж часу членом цього товариства. Знайомий був з керівниками «Просвіти» Поповим А. І., Дубровським В. В., але в роботі її не брав участі. Причому, на зборах академпенсіонерів, де я був членом і Головою правління, мене рекомендував професор Попов А. І., як кандидата від «Просвіти» [1, с. 15]. Я завжди вважав товариство «Просвіта» не політичною, а культурно - просвітницькою організацією, тому я погодився її організувати. Вважаю за потрібне сказати, що у нас в «Просвіті» в правлінні я займався тільки господарськими питаннями: організацією їдальні, кооперативу, підсобних підприємств, книготоргівлею, видавництвом. [1, с. 16].

10 років таборів були нагородою Павлу Дідусенку від радянської влади. З 1989 р. почалося довге листування по реабілітації Павла Тимофійовича. І лише 14 листопада 1994 р. його було реабілітовано [1, с. 152, 153]. Було це вже в незалежній Україні, до чого і прагнув цей вірний син нашої Вітчизни!

Література

1. Архів СБУ України. Д. 038783 Справа про звинувачення Дідусенка Павла Тимофійовича. 8.12 1945 – 6.03.1946 рр.

СПРОБА ВИКОРИСТАННЯ АМЕРИКАНСЬКОГО ДОСВІДУ КИЇВСЬКИМИ КІБЕРНЕТИКАМИ (АСОЦІАЦІЯ СПОЖИВАЧІВ «МІР»)

Ругаленко С.І.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Імпульсом до необхідності появи нових засобів, технологій, новацій є потреби суспільства. На початку 1960-х рр. гостро постало питання автоматизації проєктування нових ЕОМ. В Інституті кібернетики АН УРСР у 1962 р. розпочались роботи з моделювання машини для інженерних розрахунків «МІР» на універсальній ЕОМ «Київ». ЕОМ «МІР» призначалась для розрахунків інженерів і математиків, що не мали досвіду програмування. Після створення у 1965 р. ЕОМ «МІР» була розроблена «МІР-2» (1969 р.) та «МІР-3» (1974 р.), відмінною рисою яких була реалізація мови комп'ютерної алгебри (АЛМІР-65, МІР-74, АНАЛІТИК, АНАЛІТИК-74, ФОРТРАН-МІР). Завдяки високому рівню машинного інтелекту, зручності у користуванні ЕОМ «МІР» швидко набули популярності у науково-дослідних і проектно-конструкторських організаціях та учбових закладах, у 1970-х рр. були найбільш поширеними у своєму класі і стали прототипом сучасних персональних ЕОМ.

Після відрядження у 1965 р. акад. В.М. Глушкова до США, де на той час діяла асоціація користувачів IBM, при Інституті кібернетики АН УРСР було засновано Асоціацію споживачів ЕОМ серії «МІР», до якої увійшло 102 організації країни. Згідно із положенням асоціація була громадським, міжвідомчим, координуючим органом з питань математичної і технічної експлуатації ЕОМ «МІР». Асоціація мала територіальний (Московське, Ленінградське, Середньоазіатське, Уральське, Далекосхідне та ін. відділення) та професійний (відділення будівельних, радіотехнічних, статистичних розрахунків) поділи. Члени асоціації мали всіляко сприяти її діяльності, а також робити щорічні членські внески (100 крб/рік). Діяльність асоціації координувала Міжвідомча науково-технічна комісія з математичного забезпечення ЕОМ при Державному комітеті Ради Міністрів СРСР. Асоціація мала координувати збір та обмін інформацією між членами, наповнення фонду прикладних програм та прийомів програмування, узагальнення досвіду експлуатації та узгодження питань модернізації ЕОМ, підвищення кваліфікації техніків і математиків, проведення конференцій та семінарів, присвячених всім питанням експлуатації машин, видання та розповсюдження інформаційних матеріалів. За прикладом київської у СРСР пізніше з'явилися асоціації користувачів ЕОМ «Мінськ», «ЄС ЕОМ». Асоціація користувачів «МІР» працювала майже 11 років і налічувала 1100 членів. Але цей формат громадської діяльності не підходив радянській державі часів «брежнєвського застою». У 1978 р. рішенням Державного комітету з науки і техніки СРСР Асоціацію було ліквідовано.

РЕСТРУКТУРИЗАЦІЯ НАПРЯМКУ РОЗВИТКУ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ В НАЦІОНАЛЬНІЙ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

Саприкін Г.О.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Важко виділити наукові галузі, які дають поштовх для подальшого розвитку та еволюції значної частини напрямків знань людства, проте, без перебільшення, однією із таких галузей є електротехніка. Вищою науковою державною організацією України є НАН України, в якій електротехніка широко почала вивчатися в другій половині XX століття. Систематичний науковий розвиток електротехнічної галузі в Україні формувався під впливом постійних структурних змін підрозділів НАН України. Організаційна структура наукової інституції повинна бути гнучкою, щоб швидко реагувати на запити часу та сприяти проведенню актуальних досліджень, здатною інтегрувати нові напрямки досліджень шляхом переорієнтування існуючих чи створення нових підрозділів. Тому вкрай важливо дослідити роботу із розширення організаційної структури Академії, пов'язаної із електротехнікою, на різних етапах її діяльності, історію змін у структурі дослідницьких установ Академії, а також внесок окремих учених у процес заснування та розвитку підрозділів цієї наукової установи.

У 1947р. було засновано Інститут електротехніки. Вже у 1951р. у Києві в лабораторії обчислювальної техніки Інституту електротехніки АН УРСР під керівництвом Лебедєва було створено перший у Радянському Союзі вітчизняний комп'ютер. Надаючи важливого значення дослідженням у різних галузях кібернетики та обчислювальної техніки у 1961-1962рр Обчислювальний центр перетворили на Інститут кібернетики Академії наук під керівництвом Віктора Глушкова. У 1959р. Олександр Мілях був призначений на посаду директора Інституту електротехніки Академії наук УРСР, а в 1964р. ця установа отримала нову назву - Інститут електродинаміки АН УРСР, що, враховуючи накопичений досвід, дозволило посилити фундаментальність науково-дослідних робіт. Надалі система проведення електротехнічних досліджень розвивалася, не стоячи на одному місці. Так Інститут проблем моделювання в енергетиці Академії наук УРСР був створений у 1981р., очолив Інститут академік Георгій Пухов. У 1988 році створено Інститут проблем енергозбереження АН УРСР, який в 1997р. було реорганізовано в Інститут загальної енергетики НАН України. Останнім на наш час структурним підрозділом, що був виділений в окрему наукову установу став Інститут відновлювальної енергетики, створений в 2003р. [1]

Таким чином, реструктуризація напрямку розвитку електротехніки в НАН України була здійснена під впливом нових наукових запитів, які поставали з практики протягом багатьох десятиліть нашої історії, та включала в себе створення нових структурних підрозділів НАН України, що забезпечило швидке реагування на нові виклики, сприяло проведенню актуальних досліджень, та, безумовно, дало поштовх для розвитку електротехнічної галузі України.

Література:

1. Інститут електродинаміки НАН України https://ied.org.ua/files/history-ied.pdf [Електронний ресурс].

АКАДЕМІК АНТОН ВАЛЬТЕР ТА ЛАБОРАТОРІЯ №1

Свічкар О. С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Антон Вальтер народився 24 грудня 1905 року у Ленінграді. До 1930 року спочатку навчався, а потім працював у лабораторії А. Іоффе у Ленінградському фізико-технічному інституті (ЛФТІ). У ЛФТІ високовольтні дослідження були одним із головних напрямів дослідження. У 1930 році Антон Вальтер у складі високовольтної бригади (К. Д. Синельніков, Г. Д. Латишев, О. І. Лейпунський та інші) прибув до Харкова з Ленінграда для створення Українського фізико-технічного інституту (УФТІ). З прибуттям високовольтної бригади в УФТІ почалися високовольтні дослідження.

Спочатку створення УФТІ планувався як кріогенна лабораторія, але за ініціативою заступника директора О. І. Лейпунського напрям робіт частково переорієнтували на ядерну тематику. Це стало початком досліджень атомного ядра в Україні. Академік Вальтер на початку своєї дослідницької діяльності займався вивченням діелектриків, але після переорієнтації УФТІ на ядерну тематику долучився до ядерних досліджень.

Першим значним досягненням високовольтної бригади було повторення експерименту Кокрофта і Уолтона з розщеплення ядра літію, що засвідчила стаття в газеті «Правда» від 22 жовтня 1932 року. Проведення експерименту з розщеплення ядра літію послугувало поштовхом для подальших робіт з ядерної тематики та будівництва високовольтного корпусу (1934 р.) та будівництва електростатичного генератора Ван де Граффа на 5 МВ, яким керували А. К. Вальтер та К. Д. Синельніков. У 1936 році генератор Ван де Граффа було збудовано, найбільший у світі на той час. Хоча конструкція мала суттєвий недолік (залежність від атмосферних умов), це не завадило проведенню високовольтних досліджень.

У роки Другої світової війни дослідження поділу ядра стали пріоритетним напрямом. В СРСР було створено чотири лабораторії з дослідження поділу ядра (уранової проблеми). Лабораторію №1 було створено на базі УФТІ у 1946 році. Вибір УФТІ для створення Лабораторії №1 був зумовлений наявним устаткуванням, а саме генератором Ван де Граффа, персоналом та досвідом роботи. Директором створеної лабораторії був К. Д. Синельніков, заступником директора став А. К. Вальтер. Основний напрям досліджень Лабораторії №1 був зосереджений на визначенні ядерних констант для створення першої радянської атомної бомби.

УКРАЇНЦІ СУДЖАНСЬКОЇ ВОЛОСТІ КУРСЬКОЇ ГУБЕРНІЇ У 1926 РОЦІ

Скляр В.М

Інститут мистецтвознавства, фольклористики та етнології ім. М.Т. Рильського НАН України, Київ

Площа України у міжнародно визнаних кордонах складає 603,6 тис. кв. км. Площа українських етнічних земель, де українці складали більшість серед усього населення на початку ХХ ст. була помітно більшою і досягала 900 тис. кв. км за підрахунками академіка ВУАН С.Л. Рудницького, заарештованого ОДПУ у 1933 році та розстріляного у 1937 році в урочищі Сандармох (Карелія). Дослідження історії українських етнічних земель та етнічного складу є актуальною науковою проблематикою в українській етнології, зокрема і українських теренів, які опинилися за межами України. Вперше на високому державному рівні акцентовано увагу на необхідності дослідження українських етнічних земель в Указі Президента України В.О. Зеленського «Про історично населені українцями території Російської Федерації» від 22 січня 2024 року.

Західна частина історичної Слобідської України (північно-східні терени Сумського слобідського козацького полку – 1 та 2 Суджанські сотні у XVIII ст.) у 1926 році були складі Курської губернії. Нині це Суджанський район Курської області. Аналіз статистичних матеріалів перепису населення 1926 року дозволив визначити чисельність та територіальне розміщення українців у північній частині історичної Слобожанщини. З початку 30-х рр. ХХ ст. і аж до розвалу СРСР статистичні матеріали перепису населення 1926 року опинилися у «спецхрані» і могли бути використані науковцями.

За переписом населення 1926 року за чисельністю населення Суджанська волость посідала перше місце поміж 12 волостей Льговського повіту Курської губернії. Чисельність населення цієї волості досягала 46 802 осіб, і це без урахування населення волосного центру – міста Суджі. Українці складали абсолютну більшість серед усього населення Суджанської волості – 61,22 % (28 653 особи із 46 802 осіб). Етнічний склад населення міста Суджі відрізнявся від етнічного складу сільського населення Суджанської волості. Чисельність населення міста Суджі у 1926 році була увосьмеро меншою, ніж Суджанської волості, відповідно, 6 002 особи та 46 802 особи. Українці були в меншості в етнічному складі населення Суджі – 30,56 % (1 834 особи із 6 002 особи), перевагу за чисельністю мали росіяни. Однак, українці домінували за чисельністю серед сільського населення Суджанської волості. Тому серед сукупної чисельності населення цієї волості та міста Суджі рівень частки українців досягав 57,74 % (30 487 осіб із 52 804 осіб). У 20-ті рр. ХХ ст. керівництво УСРР, зокрема М. Скрипник, домагалися від керівництва СРСР повернення до України усіх теренів, де українці складали більшість серед усього населення, але отримало відмову особисто від Й. Сталіна.

Отже, у 1926 році у західній частині Північної Слобожанщини, зокрема у Суджанській волості українці становили більшість в етнічному складі населення. Україна не претендує на втрачені українські етнічні землі, але відкидає претензії на свою територію у межах міжнародно визнаних кордонів.

МЕТОДОЛОГІЯ ВИВЧЕННЯ ІСТОРІЇ ТЕХНІЧНИХ НАУК

Тверитникова О. Є.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» , м. Харків

Історія науки та техніки – це особливий напрям історичних досліджень, що поєднує соціальні й технічні аспекти. Фокус історико-технічних досліджень спрямовано на вивчення різних питань розвитку науки, техніки й технологій, зокрема методологічних основ розвитку науки; періодизації наукової думки, організаційного оформлення наукової думки у вигляді академій, інститутів, лабораторій, товариств тощо. Як комплексна наукова дисципліна історія науки і техніки досліджує закономірності розвитку техніки, історію наукових відкриттів, винаходів, історичну біографістику, а також загальні закони еволюції науки й виробничого потенціалу на різних етапах розвитку суспільства.

Цей напрям досліджень активізувався на теренах України у другій половині XX ст. зі створенням Комісії з історії техніки у складі Академії наук УРСР. Виникла необхідність у проведенні досліджень закономірностей формування і розвитку технічних наук з'ясуванні специфіки розвитку технічних наук та процесі перетворення науки на виробничу силу, окресленні їхнього місця в системі наук. Це підтвердило необхідність поширення досліджень з історії конкретних галузей промисловості, наукових осередків, видатних винахідників.

Проблема перебудови та відновлення промислового комплексу України з огляду на воєнну агресію проти України зумовлює необхідність вивчення досвіду створення потужної промисловості в другій половині XX ст. на теренах України. Зокрема, це стосується дослідження та переосмислення теоретичних і практичних аспектів роботи машинобудівних, електротехнічних, хімічних підприємств, їх наукового забезпечення в контексті соціально-економічних і суспільно-політичних трансформацій. Вивчення історії технічної науки, з'ясування, чинників появи новітніх наукових ідей та подальшого впровадження їх у виробництво має важливе значення для розвитку методології технічної науки.

Теоретико-методологічною основою проведення дослідження конкретної технічної науки є створення структурної моделі зародження та подальшого розвитку технічної науки. До складових цієї моделі слід віднести основні етапи еволюції наукової думки, уявлення про зміни та особливості її розвитку, виявлення ключових подій у процесі накопичення знань. Технічна наука це складна система знань, яка сформувалася як підґрунтя інженерної діяльності.

Література:

1. Тверитникова О.Є. Історія науки і техніки в системі наук. Матеріали XXVIII-ї Міжнародної наукової конференції «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я». Харків, 2024.

ПРОБЛЕМИ МЕТОДОЛОГІЇ: ВИКОРИСТАННЯ ПОНЯТІЙНА-КАТЕГОРІАЛЬНОГО АПАРАТУ У ДОСЛІДЖЕННЯХ ВОЛОНТЕРСЬКОГО РУХУ В УКРАЇНІ

Телуха Є.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасній науковій літературі, присвяченій вивченню українського волонтерського руху, чітко простежується недостатня увага до методологічних основ дослідження, зокрема – до використання точного понятійно-категоріального апарату. Методологія, яка передбачає обов'язкове та однозначне визначення термінів, нерідко ігнорується, що призводить до плутанини в термінах, наукових суперечок і появи сумнівних гіпотез. Автор даної статті наполягає на відокремленні термінів: «волонтерство», «волонтерська діяльність» – від таких понять та термінів як: «філантропія», «доброчинність», «благодійництво», «благодійна діяльність» та «меценатство». Хоча ці терміни мають спільні риси, вони не є синонімами і мають різне значення, тому їхнє змішування веде до викривлення суті волонтерства як соціального явища. Так, у дисертаційному дослідженні В. Сірко за темою «Адміністративно-правове регулювання волонтерської діяльності в Україні», були допущені саме такі помилки. Це призвело до суттєвого викривлення хронології всієї історії волонтерства. У своїй роботі Вікторія Сірко зазначає: – «Аналіз законодавства України щодо волонтерської діяльності надав можливість виокремити ряд історичних етапів: від 996 року (видання Статуту «Про десятини, суди та людей церковних» князем Володимиром Святославовичем) до 1918 року (Жовтневий переворот)», зокрема у зазначений період авторкою характеризуються різноманітні правові документи з використанням термінів «волонтер» та «законодавство України», що не має взагалі ніякого історичного, а тим паче хронологічного підґрунтя [1].

Таким чином, конкретне й обґрунтоване використання термінології дозволяє не лише уникнути помилкових інтерпретацій, але й підвищити якість наукових досліджень. Формування чіткої термінологічної бази допомагає відмежувати волонтерство від суміжних форм громадської активності, що сприятиме зниженню кількості спірних тлумачень у науковому дискурсі.

Отже, понятійна – категоріальний апарат відіграє ключову роль у формуванні однозначного наукового підходу до вивчення волонтерської діяльності, забезпечуючи чітке розуміння термінів і унеможливлюючи їхнє викривлення.

Література:

1. Телуха Є.В. Історіографія волонтерської діяльності в Україні часів екстремальних випробувань: методологічні проблеми полідисциплінарності. Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія: Історія України. Українознавство: історичні та філософські науки. – 2024. – Вип. 39. – С. 48-56.

ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ТРАВМИ ТА УСНОІСТОРИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СЬОГОДНІ.

Телуха С.С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Інтерпретація та публічне представлення усноісторичного дослідження – це завжди питання етики та відповідальності дослідника. Сучасні дослідження вимагають надзавдань, вирішення яких допоможе зробити якісні проекти, створити потужні архіви та джерельну базу, яка дозволить історикам, антропологам, соціологам, етнологам та дослідникам інших галузей науки розібратися з тим, як війна впливає на життя, історію, науку. Метод усної історії є показовим у цьому, адже його сутність та динаміка сприяють його гнучкості, чутливості до подій та можливостям створення нових інструментів його представлення.

Сьогодні я, як дослідниця та усний історик, знаходжуся в постійних роздумах про представлення інтерв'ю, віднайдення інструментарію для оприлюднення матеріалу, пошуку способів, що допоможуть ретельніше вдивитися в історію. Так, дійсно, сьогодні ми багато документуємо та фіксуємо досвіди як минулого так і теперішнього, але мало розгортаємо ці досвіди світу, особливо в момент події, що йде, яка триває, а її закінчення – невідомість. Поєднання усних свідчень із графікою сьогодні є виваженим і водночас безпечним способом розповіді про травматичний досвід та переживання. Такий підхід дозволяє зберегти конфіденційність оповідачів, подаючи їхні біографії та особисті історії через художні, а не документальні образи, створені за допомогою графіки [1].

Графічні історичні публікації сьогодні не є новинкою. Сучасні митці все частіше обирають жанр комік-буку або графічної новели для ретельного художнього «вдивляння» в історію окремої людини та візуалізації катастрофічних подій минулого (далекого чи недалекого) [2]. Існує чимало дефініцій, які включають в себе подібні поєднання: дорослі комікси, пост-андеграунд, альтернативні комікси, але вони стосуються більше маркетингових назв. Все більше з'являється саме графічних новел, які пов'язані з історичністю та критичністю. Більш академічне поєднання документальної основи з жанром комік-буку постає сьогодні в різних термінах, такими як, але не обмежено лише цими: long-form, comic-book, graphic novel, reality-based work, graphic nonfiction, graphic memoir, nonfiction graphic novel, nearly nonfiction [3].

Українські автори все активніше звертаються до графічного жанру. «Піджмурки з смертю» – історія свідків Голокосту, оформлена як графічний роман із дидактичними матеріалами [4]. У «Серед овець» Олександр Корешков порушує тему радянської спадщини. Італійський художник Ігорт у «Українських зошитах» показує Голодомор і війну на Сході, наголошуючи, що комікси – це спосіб глибокої комунікації, здатної передавати емоції та історії через малюнки [5].

Література:

1. Telukha S.S. Condacting oral History research during Russia's ongoing war against Ukraine: ethical issues and ongoing projects. Scientific perspectives. 2024. P. 957.
2. Гудошник О.В. Documentary comics у сучасному науковому дискурсі та українському комікс-просторі. Communications and Communicative Technologies. Вип. 19. 2019.С. 32-40.
3. The graphic novel. An introduction. Jan Baetens. Hugo Frey. Cambridge University Press. P.4.
4. Піджмурки з смертю. Дитячі розповіді про недитячу історію.
5. Візуалізація колективної та особистої травми у коміксах: прихований потенціал суспільного примирення. https://supportyourart.com/columns/komiks/

НІМЕЦЬКІ МАШИННІ ЛАБОРАТОРІЇ ТЕПЛОВИХ ДВИГУНІВ ОЧИМА ПРОФЕСОРА ХПТІ О.В. УШАКОВА

Тимофєєв А. В., Радогуз С. А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

На межі XIX–XX століть технічна наука вступила у нову епоху. Змінилися підходи і до викладання у технічних ЗВО. Вимогою часу стало формування інженерів-дослідників, здатних не лише засвоювати теоретичні положення, але й перевіряти їх практикою, експериментувати, шукати власні рішення. При навчанні інженерів механіків ключовою ланкою трансформації освітнього процесу стала організація машинних лабораторій – спеціально організованих навчально-наукових просторів для випробування теплових двигунів, парових котлів, холодильних машин і компресорів. Німеччина на той час стала одним із піонерів у створенні такої нової форми технічної підготовки, і її досвід привертав увагу передових інженерних шкіл усього світу. Саме у цьому контексті слід розглядати діяльність професора Олександра Васильовича Ушакова – випускника 1894 р., а пізніше викладача і професора Харківського технологічного інституту, активного діяча Південноросійського товариства технологів. У 1906–1907 роках Ушаков здійснив спеціалізовану поїздку до Німеччини та Швейцарії, де вивчав організацію машинних лабораторій. Ці враження стали основою для цілої серії публікацій у «Віснику Південноросійського товариства технологів» у 1908 році під загальною назвою «Машинні лабораторії теплових двигунів в німецьких політехнікумах».

Це не просто звіт. Це глибока аналітична праця, яка охоплює кілька ключових вимірів. В ході наукової розвідки О.В. Ушаков систематизував функціональні призначення лабораторій: навчальні, наукові й практичні. Лабораторія, на його думку, мала не лише навчати студентів техніці вимірювань і експериментів, але й підтримувати власну наукову діяльність та обслуговувати запити промисловості, виступаючи "мостом" між теорією і виробництвом.

Окрім того, він уважно проаналізував організацію освітнього процесу: від програми лабораторних занять до ролі професорів, асистентів та технічного персоналу. Він наголошує на необхідності раннього залучення студентів до практичних робіт, починаючи з базових навичок – перевірки манометрів, аналізу горючих газів, – і закінчуючи складними термічними дослідженнями парових машин і двигунів внутрішнього згоряння. Значне місце в серії публікацій займає опис технічного оснащення лабораторій: використання індикаторів Майхака і Розенкранца, калориметрів Юнкерса, тахометрів Фрама, динамометричних установок Амслера-Лаффона. Ушаков приділяє особливу увагу не лише наявності обладнання, але й високій культурі експерименту – обов'язковій перевірці приладів, стандартизації методик, науковій точності.

У роботі простежується не просто захоплення західним рівнем оснащення, а глибоке розуміння того, що без зміни педагогічної філософії одне лише придбання приладів нічого не змінить. Праці О.В. Ушакова залишаються унікальним джерелом для розуміння того, як зароджувалася нова культура технічного експерименту.

МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ОСВІТИ, ЯК ПРІОРИТЕТ ДЕРЖАВНОЇ ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ

Фрадкіна Н.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасному історичному контексті, коли Україна остаточно визначила свій цивілізаційний вибір і проголосила незалежність, питання розвитку науково-освітнього простору, культурного розквіту та інтелектуалізації суспільства постає з особливою гостротою.

Україна впевнено прямує шляхом становлення цілісної системи цінностей, орієнтованої на розвиток особистості, утвердження гідності людини, розширення можливостей для її самореалізації в науковій, культурній, освітній і професійній сферах. Особлива увага приділяється формуванню громадян, здатних критично мислити, приймати відповідальні рішення, діяти на засадах патріотизму, толерантності та соціальної солідарності.

Однак цей процес відбувається в умовах значних викликів та історичної спадщини, що протягом століть гальмувала інтелектуальний розвиток українського народу. Варто наголосити, що інтелектуальний потенціал нації систематично знищувався – через репресії, політику культурного гноблення, заборону рідної мови, ліквідацію наукових установ і фізичне винищення інтелігенції.

Саме тому сьогодні надзвичайно важливо усвідомлювати роль інтелектуального ресурсу як головного чинника державотворення та національного відродження. Розбудова сучасної України неможлива без повноцінної реалізації інтелектуального потенціалу нації, розвитку науки, інновацій, культурної спадщини та освітніх ініціатив, які повинні стати фундаментом для успішного майбутнього.

У сучасних умовах особливої актуальності набуває необхідність підвищення уваги до розвитку системи наукової освіти, що, у свою чергу, вимагає належного визнання і підвищення соціального статусу вченого в суспільстві. Наукова і освітня діяльність повинні розглядатися як ключові чинники сталого розвитку країни та основа для формування обізнаного суспільства. У цьому контексті освіта має посісти провідне місце серед пріоритетів державної політики та суспільного розвитку, виступаючи стратегічним ресурсом майбутнього.

Освіта повинна сприяти розвитку здатності до інноваційної діяльності, самореалізації та професійної мобільності, що є визначальними умовами для забезпечення конкурентоспроможності як окремого громадянина, так і суспільства в цілому.

Таким чином, модернізація системи освіти має відбуватися в напрямі інтеграції наукового підходу, міждисциплінарності, інноваційності та гуманістичних цінностей, що в сукупності сприятиме сталому розвитку українського суспільства.

УНІФІКАЦІЯ В ЕЛЕКТРОПРИЛАДОБУДУВАННІ НАПРИКІНЦІ 60-х рр. – СЕРЕДИНІ 70-х рр. XX ст.

Хіхло В. Ю.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Наприкінці 1960-х р. відбувалося підвищення вимог до створення інформаційно-вимірювальних систем (ІВС) відповідно до нових завдань промисловості. Це позначилося на створенні систем з гнучкою структурою, побудованих за агрегатним принципом, що забезпечували б можливість набору необхідних блоків для кожної конкретної вимірювальної системи на основі комплексів різної контрольно-вимірювальної апаратури, як у процесі виготовлення системи, так і у процесі її експлуатації. У зв'язку з цим велика увага приділялась уніфікації сигналів та конструктивних та експлуатаційних характеристик засобів, які входили до системи, стандартизації та іншим питанням сумісності засобів електровимірювальної техніки (ЕВТ), які суттєво спрощували методи проєктування та скорочували терміни створення ІВС.

У різних організаціях Міністерства приладобудування, засобів автоматизації та систем управління СРСР проводилися роботи зі створення агрегатних комплексів технічних засобів багатопланового застосування, це забезпечило системотехнічний підхід у приладобудуванні.

В період 1971–1975 рр. створено І чергу агрегатного комплексу засобів електровимірювальної техніки (АЗЕТ). До АЗЕТ І черги належали засоби комплексу, серійний випуск яких (або хоча б перша промислова партія) був освоєний у даний період. Виходячи із задоволення вимог функціональної та структурної повноти комплексу, АЗЕТ включає чотири основні групи: пристрої збору та перетворення інформації (первинні та вторинні вимірювальні перетворювачі, комутатори та ін.); пристрої вимірювання та подання інформації; пристрої управління та блоки зв'язку; допоміжні пристрої. У свою чергу, кожна з зазначених груп включає номенклатурні групи засобів АЗЕТ.

У 1975 р. за основними номенклатурними групами, які входили до структури АЗЕТ, було впроваджено в виробництво близько 250 типів (з модифікаціями) засобів ЕВТ, які реалізовували близько 80 моделей у раціональних параметричних рядах (табл. 1).

Таблиця 1 – Засоби ЕВТ АЗЕТ І черги

Номенклатурна група	Кількість модифікації
Первинні вимірювальні перетворювачі електричних та магнітних величин	25
Вторинні вимірювальні перетворювачі	74
Комутатори, аналого-цифрові перетворювачі та цифрові прилади	102
Пристрої подання інформації	31
Пристрої керування	10

КРИШТАЛЕВИЙ ПАЛАЦ, ЯК СИМВОЛ ПРОМИСЛОВОЇ РЕВОЛЮЦІЇ

Широков А. В., Скиртач О. Ю.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Кристал-палац був споруджений з нагоди Лондонської виставки 1851 року, яка стала першим міжнародним оглядом досягнень індустріальної техніки. Ця подія продемонструвала всьому світу потужність та нові можливості машинної індустрії. Англія була в дев'ятнадцятому столітті передовою країною індустріального розвитку, за допомогою цієї виставки показала перехід від напівкустарно-напівмануфактурного виробництва до нової доби – доби пари та електрики. Треба було для відкриття Виставки з мінімумом фінансування зробити щось таке, щоб назавжди стало символом нової епохі. І архітектор Джозеф Пактон створив символ Лондонської виставки з скла і металу. Це і був Кришталевий палац.

Будівництво головної будівлі виставки в Гайд-парку зайняло значну площу (близько 773 тисячі квадратних футів). Довжина основного нефа становила 1851 фут (понад півкілометра), ширина – 408 футів. У плані будівля нагадувала усічену піраміду з центральним поздовжнім нефом висотою 64 фути і поперечним нефом, що височіло над усім будинком. Об'єм будівлі був поділений на три рівні, що утворюють бічні нефи меншої висоти.

Конструкція будівлі ґрунтувалася на використанні залізних стовпів (3300 штук), залізних рам зі скляним заповненням та ферм, що спираються на стовпи. Найважливішою особливістю конструкції було використання модуля 24 фути – саме такою відстанню були розділені стовпи, що несуть. В основі всього будівельного організму лежала стандартна клітина: скляна плита розміром 122х25 см. Три таких плити поміщалися в одну залізну раму, з яких було складено все заповнення. При цьому довжина рами відповідала відстані між стовпами, що несли, що забезпечувало витримку вихідного модуля у всій композиції. Витрати на будівництво були мінімальні: металевий профіль та звичайне віконне скло були не самими найдорожчими будівельними матеріалами, легко збирались та транспортувались, забезпечували простір та об'єм, так необхідний ля розміщення павільйонів, колекцій, експонатів та інших атрибутів Лондонської виставки 1851 року.

Кристал-палац передбачив ряд принципів та методів будівництва, які набули широкого поширення в XIX столітті: принцип металевого скелета, принцип стандартизації основних елементів будівлі та принцип монтажу стандартних частин. Саме ці принципи лягли в основу будівельної практики Європи та Америки через кілька десятиліть. Не залишили вони й Харкова. Наприклад, вже після Другої світової війни за цим принципом було виконано стелю відомого магазину «Дитячий світ».

Після закінчення Лондонської виставки, Кристал-палац було об'явлено сучасним дивом світу та перенесено на інше місце, де він простояв до середини 1930-х років. На жаль, Кристал-палац був знищений під час масштабної пожежі, але залишився яскравим спогадом про безмежну потужність таланту людини.

A SONG AS A KEY TO CULTURAL MEMORY

Olha Haidamachuk
National Technical University «Kharkiv Polytechnical Institute», Kharkiv
Prisma Ukraïna Fellow of Gerda Henkel Stiftung, Berlin

Which Ukrainian songs do foreigners know? Perhaps, they remember the popular 2022 *Chervona kalyna* (link) full of raised spirit with its call to cheer up glorious, worried Ukraine, and with prevailing "the heroic pathos" (L. Harmash). It may be the 2022 Eurovision winner *Stefania* (link), whose sad refrains with fragments of a folk lullaby alternate with assertive recitative rap. Or probably they have heard that the world-famous *Shchedryk* (link) with the festive tonality has Ukrainian origin (R.LeDonne), being rooted in pre-Christian calendar-ritual folklore. Each of the songs is tonally different and corresponds to different periods in the history of Ukrainian culture.

Surprisingly, these three songs, which were situationally extremely popular outside of Ukraine, were presented as their favorite songs by some Ukrainians. The short-term favourites were determined more by the context (the desire to emphasize belonging to a community) than by any personal memories. It may even seem as if such Ukrainians resemble foreigners who have recently discovered Ukraine for themselves.

Do those Ukrainians who arrived in Berlin in 2022 because of Russia's undeclared war against Ukraine have favorite Ukrainian songs? What songs did they recall, caught off guard by one of the final questions, designed to shift their attention from the difficult interview questions about their war experiences to something pleasant, because such songs are usually associated with leisure, nice memories etc. Is the song that springs to mind upon an unexpected request really a favorite? And how can such a song correlate with the tonality of its fan's memory, considering that tonality as accumulated means of expression in a message conveys the attitude, emotional state or impression?

Favourite songs can serve as a key to individual memory. Attention to respondents' favorite songs can reveal multidimensional nodes of memory, also it can through tonalities serve for the respondents as a source of renewal of their emotional balance in stressful conditions.

Taking into account that "speech and music profoundly correlate on the prosodic level, possessing some common auditory and acoustic features" (V. Marchenko). I assumed that each respondent has a favorite song, the tonality of which could be used as a basis for determining the individual range of tonal variability in the discourse about their memories. According to the qualitative study by Alexandra Lamont and Rebecca Webb (2010), short-term musical favorites are rapidly changing and significantly dependent on context. While long-term favorites are tightly intertwined with memories of certain intense emotional events in the respondents' lives. And the question is were the choice of Ukrainian songs as their favorites in response to my closing question after the interview about their war experiences based on *situational context (life in here-and-now)* as short-term favorites, or rather based on *individual memories (life in there-and-then)* as long-term favorites?

USE OF PRESENTATIONS AS A PART OF MODERN TEACHING TECHNOLOGIES

Karachova D., Myroshnychenko V.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

This issue is extremely relevant, because it provides an opportunity to explore modern teaching methods and their quality. Global changes in the world dictate new requirements for the quality of teaching. This fact contributes to the development of new multimedia technologies that can be used in lectures and practical classes in higher educational institutions.

The development of modern global trends leads to the actualization of the field of education and science. An important task for higher educational institutions was and still is to provide students with the most up-to-date knowledge, which they can use both in everyday life and to be competitive in the modern labor market.

Involvement in multimedia teaching formats encourages students to develop their technical skills and create individual presentations on the topic studied. Thus, students have the opportunity to learn how to make informative and creative presentations during their studies at higher educational institutions, which will significantly help them in their future profession, because all big modern companies more or less use the presentation format to conduct important negotiations involving a large amount of information.

Modern education should aim to provide students with the most important knowledge and skills that would be useful in their professional lives and career development in the future.

It is important to note that in order to study this topic, it is also necessary to pay attention to the experience of Western higher educational institutions, which are currently setting trends for global changes in the field of education and science. Their experience is invaluable, as it provides an opportunity to see which technologies really work best for students and can be useful for them in the future.

The modern world is no longer imaginable without the use of technology, and modern education can no longer work in the old format. And the involvement of various multimedia technologies will only significantly improve the quality of learning. Students should learn how to use all the tools needed for their future profession during their classes at the university as this will significantly help them to be skilled professionals.

References:

1.Rudnitska K. V. The use of multimedia teaching technologies in foreign language classes in higher education institutions. *The 14th International scientific and practical conference «Modern directions of scientific research development»* (July 13-15). Chicago, USA, 2022. P. 236 - 239.

CHARACTER ASSASSINATON IN WARTIME: SOCIOLOGICAL PERSPECTIVES

Kashyrova N.M.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

In times of war, the majority of citizens of a country tend to demonstrate a heightened level of interest in politics and politicians. This period is utilized by political actors for the purposes of attracting attention and fostering loyalty. During this period, political campaigns by parties and leaders, as well as the internal struggles among them, are particularly active. In contemporary interdisciplinary discourse, the concept of reputation destruction is regarded as a significant component of the process of ideological struggle in society.

Character assassination' is a practice in which a deliberate and sustained effort is made to damage the reputation or credibility of an individual. Social groups or institutions can also be the target [1]. Character assassination (CA) is as a strategic effort to discredit an individual or group target via subversive communication [2].

In the areas of strategic and political communication, there are three mainperspectives on character assassination. These are embodied in the rhetorical (Benoit,2020; Keohane, 2020), sociopsychological (Shiraev, 2014), and socioculturaltraditions (Samoilenko, 2020; 2021).

In sociological terms, reputation destruction is not just an attack, it is a strategic tool that creates public perception and controls the meaningful contexts of society.

Also the study of the phenomenon, in this direction, highlights the peculiarities of the collective behaviour of social groups.

Actions to destroy public reputation can lead to social division or social cohesion, to the discovery and renewed understanding of identity in post-conflict societies.

References:

1. Icks, M., Shiraev, E. Character Assassination throughout the Ages. Palgrave Macmillan US, 2014.
2. Samoilenko, S.A. Character assassination: The sociocultural perspective. Journal of Applied Social Theory, 2021. №1(3). P. 186–205.

KEY AREAS OF CURRENT ACADEMIC RESEARCH ON HISTORICAL DIGITAL GAMES SET IN THE ANCIENT WORLD

Kramskyi V.V.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Recent scholarship has identified several core areas of inquiry into the ways digital games represent the ancient world. These areas reflect an interdisciplinary engagement with history, cultural studies, postcolonial theory, and gender studies, emphasizing the medium's potential to shape public understanding of antiquity. A central concern in the scholarship is how ancient civilizations–such as those of Egypt, Greece, and Rome–are reconstructed in digital games. While these portrayals often draw on historical research, they are frequently shaped by contemporary cultural frameworks and commercial imperatives. Scholars critique the selective use of historical material, noting the tension between entertainment and historical fidelity.

The depiction of race and ethnicity in games set in antiquity has drawn considerable attention. Researchers argue that modern racial ideologies are often retroactively imposed onto ancient societies, leading to oversimplified or distorted representations. Studies have highlighted how titles such as Assassin's Creed: Origins attempt to navigate cultural diversity while sometimes failing to convey the historical complexities of identity and hybridity. The representation of gender and sexuality in historical games has emerged as a significant area of critique. Scholars have examined how gender roles are often portrayed through reductive or stereotypical frameworks, justified by appeals to historical authenticity.

Games are increasingly analyzed as instruments of national myth-making. Through selective representations of the past, certain titles promote narratives that align with nationalist ideologies. Postcolonial theory has provided a critical lens through which to examine the persistence of imperial narratives in games set in the ancient world. Scholars argue that many such games reproduce colonial logics, presenting conquest and domination as inherent aspects of historical progress. This critique highlights the ideological continuities between ancient imperialism and modern colonial discourses.

Beyond narrative and aesthetics, research has increasingly turned to game mechanics as carriers of ideological content. Mechanics that prioritize expansion, resource control, and technological superiority are understood to reflect underlying assumptions about historical development, often reinforcing militaristic, patriarchal, or ethnocentric worldviews.

Finally, some researchers extend their focus beyond the games themselves to examine the broader cultural and industrial context in which these games are produced and consumed.

Together, these areas of research highlight the complex interplay between digital games, historical knowledge, and contemporary cultural politics. As interactive media continue to shape public engagement with the ancient past, scholarly attention to their narrative, structural, and ideological dimensions remains essential.

THE USAGE OF ICT IN HUMANITARIAN RESPONSE FOR LGBTIQ+ PEOPLE IN CONTEMPORARY UKRAINIAN HISTORY

Malikov V. V.
National Technical University
«Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv, Ukraine

The challenges of discrimination, exclusion and marginalization, experienced by LGBTIQ communities in Ukraine, were exacerbated by the russian large-scale invasion. These challenges and inequalities led to additional barriers to appropriate healthcare, safe shelter, mental health and psychosocial support, legal assistance, livelihood opportunities and protection for these vulnerable groups in Ukrainian population. Provision of the mentioned support and services for LGBTIQ+ communities is based on inclusive, more equitable and effective humanitarian action [1]. This action is worth studying in contemporary social and cultural history of Ukraine.

This abstract reveals recent advancement of LGBTIQ+ inclusion in humanitarian response and the opportunities ICT may provide to reach this vulnerable population in Ukraine. The study also includes the latest experience of LGBTIQ+ NGOs in Ukraine in 2022–2025. The author discusses the barriers and perspectives in humanitarian response for LGBTIQ+ communities in Ukraine and the role of ICT in the process.

With the advance of mobile dating applications for LGBTIQ+ people the outreach in HIV and STI prevention and other meaningful social services also migrated to these apps [2]. The increased role of Internet communication in the life of LGBTIQ+ people across Ukraine raises the importance of development online sources of relevant and context-specific, comprehensive and targeted information to strengthen the humanitarian response. User-friendly online platform / website as well as peer-to-peer counselling in dating apps and messengers, posts in social media networks helps LGBTIQ+ people to get safe access to the services. The availability and visibility of PO "Alliance.Global" shelters for relocated LGBTIQ+ persons were reached with a help of targeted advertisement in the social networks Facebook and Instagram and the dating app Hornet.

To overcome the barriers meaningful engagement and inclusion of LGBTIQ+ people as leaders, participants, staff, and volunteers in all aspects of humanitarian action is required. LGBTIQ+ communities are diverse and include heterogeneous groups of people with complex needs, the humanitarian programs should consider specifics of these groups and meet a variety of needs in order to reach the audience and meet the targets in humanitarian response. ICT help to expand and increase access to social services and opportunities for social connection and community mobilization and reintegration of IDPs in Ukraine. These are the instruments of engagement LGBTIQ+ people in humanitarian response and early recovery processes in Ukraine since the russian invasion in Ukraine.

Literature:

1. Working with are Lesbian, Gay, Bisexual, Transgender, Intersex, Queer (LGBTIQ+) Persons in Forced Displacement. UNHCR, 2021. 48 p. **2.** Malikov V. V. Information and communication technologies in promotion of HIV prevention services for MSM in Ukraine // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доп. 29-ї міжнар. наук.-практ. конф. MicroCAD–2021: у 5 ч. Ч. 4 / ред. Є. І. Сокол. – Харків : Планета-Прінт, 2021. С. 154.

INTEGRATION OF ENGLISH LANGUAGE EDUCATION INTO THE FRAMEWORK OF INDUSTRY 5.0

Sliepchenko M. K.
Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv

In a world where technology evolves faster than ever, education navigates a new paradigm identified as Industry 5.0. The role of the English language has undergone a fundamental transformation in the context of technological development. No longer limited to a means of communication, English now constitutes a critical competency for navigating and interacting with advanced technological systems, including artificial intelligence (AI) and robotics. This paper examines the implications of industrial revolutions from Industry 1.0 to Industry 5.0 on foreign language acquisition, with particular emphasis on how educators and learners adapt to the evolving demands of the digital age.

The industrial timeline reveals a progressive integration of technology into education. Industry 1.0 marked the mechanization of labor and the establishment of formal education, relying on conventional language instruction methods. Industry 2.0 introduced telecommunication tools such as the telegraph and telephone, globalizing English as the lingua franca of science and commerce. The advent of Industry 3.0 brought computers and digital technologies into classrooms, introducing interactive learning. Industry 4.0 emphasized AI and internet-based tools, creating personalized, automated learning environments. Currently, the upcoming Industry 5.0 aims to harmonize technological efficiency with human-centered design, emphasizing collaboration between humans and intelligent machines.

This shift has necessitated significant changes in pedagogical approaches. Traditional didactic methods are being replaced by adaptive, AI-powered strategies that incorporate augmented reality (AR), virtual environments, and personalized digital platforms. Educators are now focusing not only on linguistic proficiency but also on critical thinking, emotional intelligence, and creativity as skills essential in a rapidly changing digital environment. Since Industry 5.0 presents exciting opportunities but also comes with challenges, educators must rethink their teaching strategies to ensure technology enhances, rather than dominates, the learning experience.

English has evolved into a foundational skill for engaging with cutting-edge technologies. Proficiency in English is indispensable not only for career advancement but also for navigating AI-based systems and accessing global digital content. However, this shift introduces challenges: balancing real-world communication with digital learning, developing high digital literacy, and ensuring that AI does not undermine human interaction or intercultural communication. Strategies such as virtual exchange programs, immersive simulations, and collaborative projects enhance both linguistic and cultural competencies. Furthermore, equipping students with AI collaboration skills can enrich the educational experience and foster lifelong learning.

In conclusion, while Industry 5.0 offers promising opportunities, it requires the redefinition of educational goals. English language education must maintain a balance between technological innovation and human connection. Combining innovative tools with a human-centered approach can prepare students for a world where AI is a helpful companion, not a replacement for human intelligence.

CONSTRUCTING THE HYPERREALITY OF SIMULACRA IN RUSSIAN PROPAGANDA

Vladlenova I.V.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

The paper examines the issues of the formation of simulacra in Russian propaganda. A simulacra is a philosophical concept from Jean Baudrillard's theory, referring to a sign or image that does not reflect reality but replaces it. A simulacra appears as something real, but in fact it lacks any originality – it signifies something that has never truly existed. Baudrillard identifies four stages of the image: It reflects reality – the sign accurately mirrors the real. It distorts reality – the sign misrepresents the real but still refers to it. The sign pretends to reflect reality – it masks itself as a reflection, but in truth, it no longer corresponds to any reality [1]. The simulacra – a sign with no relation to reality whatsoever, existing independently within the space of hyperreality. A simulacrum is a single sign or image that has lost its connection to the real and now replaces it. It is like a counterfeit coin that has no original but is still accepted as genuine. Hyperreality is the system or world made up of simulacra, in which distinguishing the real from the imagined becomes impossible. It is no longer a mere imitation of reality – it is a new "reality" entirely constructed by simulacra. The secret of the simulacra in propaganda lies in its ability to replace reality so thoroughly that people stop questioning whether it ever existed at all. Propaganda does not persuade – it creates a world in which alternatives become unthinkable. The simulacra completely eliminates the original. For example, in Russian propaganda, the image of the enemy creates a fully autonomous, emotionally charged construct that has nothing to do with reality. Words such as "liberation," "the people," "war," and "victory" are not used to describe facts, but function as signs that form an emotional reality entirely disconnected from actual events and facts. Propaganda simulates reality – it replaces truth with a convenient illusion that cannot be refuted, because it does not rely on facts. Its foundation lies in values, emotions, and cultural preferences.

"A simulacra is not what hides the truth – it is the truth that hides that there is none. The simulacra is true" [1, p. 15]. "Simulation is no longer that of a territory, a referential being, or a substance. It is the generation of models of the real without origin or reality: a hyperreal" [1, p. 25]. Baudrillard introduces the concept of precession to explain the mechanism by which reality transitions into illusion: "The territory no longer precedes the map, nor survives it. From now on, it is the map that precedes the territory – the precession of simulacra – it is the map that engenders the territory... the desert of the real itself"[1, c.35]. The precession of simulacra is the shift from the real to the illusion that is taken as real. In Russian propaganda, the simulacra of "Nazism in Ukraine" is actively used – an alleged threat. This simulacra has no clear original: no party, no specific ideology is identified – only an emotionally charged image.

Another simulacra is the concept of the "Russian World," a supposed unified cultural and spiritual entity that allegedly needs protection. It is a simulacra embedded in a symbolic, mythological system, lacking clear ontological, geographic, legal, or cultural boundaries. It is used to justify interventions: a symbolic construct that replaces political reality. The terms "foreign agent" and "fifth column" also function as simulacra. The Russian media space has constructed a vast hyperreality populated by simulacra. The media construct a world in which Russia is endowed with supreme virtues, surrounded by enemies, and engaged in a "liberation" mission. This is a self-contained, parallel reality: "Hyperreality represents a much more advanced stage, in which the contradiction between the real and the imaginary is erased altogether. Unreality here is no longer the unreality of dreams or fantasy, of something pre- or super-real; it is the unreality of the hallucination of reality's self-similarity." A key construct of Russian propaganda is the Victory Parade as an eternal triumph. The constant reproduction of the 1945 victory image turns a historical fact into an eternal myth, in which Russia always defeats evil. Hyperreality is connected to apotropia. Russian propaganda actively employs simulacra that have no basis in reality but are perceived as credible. These constructions do not describe reality so much as replace it, forming pre-packaged models of perception in the space of hyperreality. Russian propaganda is a complex system of simulation in which myth, symbol, and hyperreality become tools for controlling mass consciousness. It does not merely distort reality – it creates an alternative reality in which millions of people are immersed.

Literature:

1. Baudrillard, Jean. Simulacra and Simulation. Translated by Sheila Faria Glaser. Ann Arbor: University of Michigan Press, 1994. 164 pages. ISBN 978-0-472-06521-9.

СЕКЦІЯ 8

СОЦІАЛЬНО-ГУМАНІТАРНІ ТЕХНОЛОГІЇ

8.2 ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В УПРАВЛІННІ СОЦІАЛЬНИМИ СИСТЕМАМИ

ІНТЕРАКТИВНИХ МЕТОДІВ НАВЧАННЯ У ДИСТАНЦІЙНІЙ ОСВІТІ

Асєєва І.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В роботі розглянуто необхідність застосування інтерактивних методів навчання у дистанційній онлайн освіті. Одним з недоліків дистанційного навчання у закладі вищої технічної освіти є пасивність студентів під час заняття. Це пов'язано з різними факторами, такими як, складна ситуація у суспільстві, слабка теоретична підготовка з різних дисциплін, комунікативні труднощі спілкування, різні вікові категорії студентів. Традиційна дистанційна форма освіти вимагає поліпшення освітнього процесу шляхом впровадження інтерактивної технології, що ґрунтується насамперед на діалоговому навчанні, в ході якого здійснюється взаємодія викладача та студента, що допомагає засвоєнню і розумінню навчального матеріалу. Особистості з прихованою потребою до самореалізації часто пасивні у навчанні, тому потребують з боку педагога особливої уваги. Застосування нових методів роботи з використанням інноваційних підходів до навчально-виховного процесу, яким є особистісно-орієнтований підхід, робить процес навчання активним, а мислення студентів творчим і самостійним. Головне для студентів є глибоке знання дисципліни викладачем. Це дає змогу без зниження складності нового матеріалу з дисципліни сприймати його студентами з різними здібностями та розвитком. Інтерактивне спілкування дає можливість залучити людей до активного пошуку рішень у складній ситуації до вирішення проблем, де зусиль та знань однієї людини може бути недостатньо. Тому, нова педагогічна технологія включає інформаційні, пізнавальні, мотиваційні, регулятивні методи навчання, які відповідають індивідуальним можливостям студента. Серед інтерактивних методів, які використовуємо у навчальному процесі є творчі завдання, робота в малих групах, дискусії, ігри для навчання, лекція бесіда, лекція-дискусія, лекція з запланованими помилками, лекція прес-конференція. Можливі також перегляд та обговорення відеороликів, відеоматеріалів, слайдів, запрошення та зустрічі з фахівцями підприємств, відвідування презентацій. Ці методи не замінюють лекційні та практичні заняття, але впливають на якість засвоєння нового матеріалу, формують думки, відносини, навички поведінки, сприяють розвитку уяви, ініціативи, рефлексії, співпраці з іншими.

Слід зазначити, що за інтерактивною формою навчання, відбувається привнесення до освітнього процесу їх знань та нових ідей, що дозволить вивести сучасну освіту на новий рівень, оскільки здатна забезпечити у здобувачів комунікабельність, творчість, вміння працювати в команді. Цей підхід не виключає значення знань, але акцентує увагу на здатності використовувати отримані знання у житті, що відображають нові можливості майбутніх фахівців та зростання їхнього особистого потенціалу.

ВПЛИВ ЦИФРОВОГО СЕРЕДОВИЩА НА СОЦІАЛЬНУ ПОВЕДІНКУ ТА МІЖОСОБИСТІ ВІДНОСИНИ

Балуєва А.А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасному світі цифрове середовище стало не просто частиною нашого повсякденного життя, а новим простором для формування особистості, соціальних зв'язків та способу комунікації. Особливо гостро постає питання міжособистісних відносин. З одного боку, цифровізація зробила комунікацію миттєвою та глобальною, дала можливість підтримувати зв'язки навіть попри географічну віддаленість.

Ховрич М.О., Мекшун А.І. [1, с. 110] підкреслюють, що в останні десятиліття у світі серед дітей шкільного віку та молоді досить серйозно проявляється проблема Інтернет-залежності, яка має не тільки психолого- педагогічний, а й медичний та соціальний аспекти.

Офіційно ця проблема в Україні не визнана, хоча вона досить актуальна в багатьох країнах. Актуальність даної проблеми зростає у світлі розширення використання дистанційної форми навчання на основі онлайн-сервісів. Інтернет-залежність може викликати певні види поведінки дітей підліткового віку та молоді. Спостерігаючи за молоддю в звичному середовищі, можна помітити своєрідну «залежність» від цифрової присутності. Лайки та перегляди підміняють реальну оцінку, а віртуальні аватари – справжні емоції. Цифровізація впливає й на розвиток емоційного інтелекту. Молоді люди, які зростають у середовищі онлайн-взаємодії, іноді мають труднощі з розпізнаванням емоцій співрозмовника в реальному житті. Я вважаю, що це ускладнює побудову глибоких і довірливих стосунків.

Проте не можна говорити лише про негатив. Для багатьох людей цифрове середовище стало простором, де вони змогли реалізувати себе, знайти однодумців, підтримку, відчути зв'язок із зовнішнім світом. Зокрема, це стосується інтровертів, людей з обмеженою мобільністю або тих, хто перебуває далеко від рідних і друзів.

Отже, цифрове середовище – це дзеркало, яке відображає наші цінності, страхи, прагнення. Воно не є ні добром, ні злом – це інструмент, який ми формуємо власними діями. Важливо не просто адаптуватись до нової реальності, а навчитися відповідально жити в ній, зберігаючи гідність, щирість та справжні міжособисті зв'язки.

Список літератури: **1.** Ховрич М.О., Мекшун А.І. Інтернет-залежність – актуальна проблема сучасної молоді. *Вісник Національного університету "Чернігівський колегіум" імені Т. Г. Шевченка. Серія : Педагогічні науки*. 2020. Вип. 8. С. 107-112.

ОСОБЛИВОСТІ ПСИХОЕМОЦІЙНОГО СТАНУ МОЛОДИХ МАТЕРІВ ПІД ЧАС ДЕКРЕТНОЇ ВІДПУСТКИ

Баятян Н.С., Панфілов Ю.І.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Народження дитини – важлива подія, що супроводжується серйозними змінами в житті жінки. Період декретної відпустки та раннього материнства часто супроводжується підвищеною емоційною напругою, втомою, тривогою та навіть ізольованістю.

Декретна відпустка – це важливий етап у житті кожної жінки, що тісно пов'язаний з сильними змінами як соціального життя, так і психологічного стану. Психоемоційний стан матерів на цьому етапі часто перебуває під впливом багатьох факторів, таких як, фізичні зміни, зміни гормонального фону, соціальної ролі та способу життя.

Матері стикаються не тільки з цілком новою роллю себе, вони також стикаються з фактично новим тілом. Відновлення після пологів, а також налагоджування грудного вигодовування може буди достатньо важким періодом, який супроводжується болями у спині та м'язах, нагрубанням молочних залоз, фізичним дискомфортом при годуванні дитини, а також багатьма іншими післяпологовими ускладненнями.

Перехід від професійної діяльності до домашнього життя може призвести до зменшення соціальних контактів. Вони можуть відчувати відсутність підтримки, особливо якщо вони не мають поруч людей, які б допомагали в догляді за дитиною або з хатніми справами.

Також важливим є зміна естетичної складової тіла: зайва вага, розтяжки, дряблість шкіри та інші негативні зміни можуть викликати заниження самооцінки. Декретна відпустка часто супроводжується змінами в самосприйнятті та самореалізації. Багато матерів відчувають труднощі через те, що вони залишають професійну діяльність, і повністю занурюються в інший світ обов'язків, який часто недооцінюється оточуючими.

На сьогоднішній день, матері в України мають також додаткові стресс-фактори, такі як, постійна загроза життю, хвилювання через мобілізацію чоловіка (вже мобілізованого, або потенційно мобілізованого) та інших близьких людей, економічна та політична нестабільність.

Саме тому своєчасна психологічна та соціальна підтримка відіграє важливу роль у збереженні психоемоційного благополуччя молодої матері. Психологічна допомога повинна бути спрямована на зниження рівня стресу, подолання внутрішніх конфліктів, формування здорового способу взаємодії з дитиною та членами родини. Це може бути індивідуальне консультування з психологом або психотерапевтом. Воно допомагає пропрацювати страхи, емоційне виснаження, адаптуватися до нових ролей, проінформувати жінок про особливості післяпологового періоду, емоційні зміни, нормалізація переживань. Дуже виправдовують себе групи підтримки для матерів, де відбувається обмін досвідом, емоційна підтримка та зменшення відчуття самотності.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕДУРНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ ТА ІНТЕРАКТИВНОЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ 3D-ЛАНДШАФТІВ

Бохан К.С., Сидоренко О.С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасному цифровому середовищі все ширше застосовуються технології тривимірного (3D) моделювання, зокрема у сфері комп'ютерної графіки, візуалізації природних процесів, відеоігор, інженерного проєктування та освітніх симуляторів. Одним із перспективних підходів до формування таких моделей є процедурна генерація, що базується на використанні математичних алгоритмів для автоматичного створення геометрії об'єктів. Цей підхід дозволяє значно скоротити час розробки складних сцен, підвищуючи гнучкість і масштабованість візуальних систем. Особливо актуальним є використання процедурної генерації у хмарних сервісах та веб-платформах. У даному дослідженні виконується створення веб-орієнтованої системи для генерації тривимірних ландшафтів із можливістю інтерактивної візуалізації та зміни параметрів у реальному часі. Такий підхід дозволяє гнучко керувати формою рельєфу, не потребуючи безпосереднього моделювання, що є надзвичайно важливим у проєктах з обмеженими ресурсами або високими вимогами до швидкодії. Система орієнтована на зручність використання під час створення візуалізацій природних ландшафтів та інтерактивних сцен. Для процедурного формування ландшафтів обрано два популярні алгоритми: Perlin noise та Diamond-Square. Вони дозволяють створювати реалістичні висотні карти на основі функцій псевдовипадкового шуму, що імітує природні нерівності поверхні. Очікується, що застосування різних параметрів шуму (амплітуда, масштаб, кількість ітерацій) дасть змогу оцінити вплив математичних характеристик на візуальну якість результату та ефективність рендерингу.

В якості інструменту для візуалізації використовується бібліотека Three.js, яка забезпечує роботу з WebGL, підтримує побудову геометричних об'єктів, освітлення сцени, камеру та рендеринг у браузері. Система також має графічний інтерфейс, за допомогою якого користувач зможе змінювати параметри генерації та спостерігати зміну рельєфу в реальному часі.

Планується провести експериментальну перевірку ефективності кожного з алгоритмів на основі таких критеріїв: час побудови геометрії, якість сформованих поверхонь, частота кадрів при відображенні сцени та навантаження на систему при зміні розміру сітки. Розроблену систему можна адаптувати для створення редактора ландшафтів або генератора сценаріїв для інтерактивних середовищ.

ВТРАТА БЛИЗЬКОЇ ЛЮДИНИ ЯК ПСИХОЛОГІЧНИЙ ТРАВМАТИЧНИЙ ДОСВІД

Бреус Н.І.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Обставини, в яких відбувається життєдіяльність українців сьогодні, вимагає психологічної підготовки, стресостійкості, швидкої адаптації та прийняття нестандартних рішень в умовах невизначеності. Безперечно, що для людини відбувається трансформація цінностей, реалізуються ситуації, коли вибір очевидний або його нема, інтенсивно проявляється шлях прийняття подій, навіть якщо вони травматичні. Травматичний досвід визначається як подія, що загрожує життю або фізичній цілісності особистості або свідком якої вона стає, та викликає інтенсивний страх, безпорадність або жах (APA). Втрата близької людини, особливо за певних обставин, може відповідати цим критеріям, призводячи до розвитку симптомів, характерних для травматичного стресу. Теорії подвійного процесу горя (Вовк, 2023) та моделі складного горя [1] підкреслюють складність адаптації до втрати та виділяють особливості переживання, що відрізняють його від "нормативного" горя.

Зокрема серед таких показників складного горя особливу увагу слід звернути на *Раптовість та несподіваність смерті* **(**тобто неготовність до втрати може посилити шок та дезорганізацію). Якщо смерть травмуюча, то вона може викликати розвиток ПТСР. Попередній травматичний досвід, тобто наявність минулих травматичних подій може ускладнити процес переживання втрати. На сприйняття втрати впливають особистісні психологічні особливості, індивідуальні копінг-стратегії.

Якщо травматичний досвід не був пропрацьований, можуть бути різні наслідки у реальному житі для людини, зокрема нав'язливі спогади, флешбеки, уникнення, гіперзбудженість, тривала та інтенсивна туга, труднощі з прийняттям втрати, відчуття спустошеності та втрати сенсу життя, підвищений ризик розвитку афективних розладів, порушення сну та апетиту, проблеми у міжособистісних стосунках, на роботі або навчанні, тощо

Які можливі варіанти пропрацювання чи допомоги для того, щоб пережити травматичний досвід: кризова інтервенція, тобто надання негайної підтримки у гострий період після втрати; терапія, орієнтована на травму: EMDR, Narrative Exposure Therapy (NET) для опрацювання травматичних спогадів; підходи, спрямовані на полегшення процесу адаптації до втрати (наприклад, терапія складного горя); Групи підтримки**:** створення безпечного простору для обміну досвідом та отримання емоційної підтримки тощо. Втрата близької людини може бути глибоко травмуючим досвідом, що викликає зміни у психологічному та фізіологічному стані. Розуміння факторів ризику, особливостей клінічної картини травматичного горя та сучасних підходів до психологічної допомоги є важливим для ефективної підтримки осіб, які пережили подібну втрату.

Література:

1. Кокош, К. (2025). Діагностична модель дослідження стану особи, що зазнала втрати через війну. Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія: Психологія, (1), 58-62.

2. Кресан Ольга. Психологічні особливості реагування особистості на стрес війни // Проблеми психології діяльності в особливих умовах: Матеріали І Всеукр. наук.-практ. конф., м. Черкаси, 18 квітня 2023 р. Черкаси: видавець Третяков О. М., 2023. 256 с. С. 192-194.

3. Волков, К. (2023). Травматичний досвід: історична експлікація вивчення в психології. Психологічні перспективи, (41), 55–73.

4. Вавілова, С.А. (2025). Вплив психотравми на міжособистісні стосунки : кваліф. роб. 47 с.

СИНДРОМ ЕМОЦІЙНОГО ВИГОРАННЯ ОСВІТЯН ПІД ЧАС ВІЙНИ

Гаврилюк Ю.Р., Бегеза О.О.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харківський національний педагогічний університет імені Г. С. Сковороди, м. Харків

Професійна діяльність освітян викликає когнітивне та фізичне виснаження, що впливає на більшість сфер особистості. В умовах російсько-української війни надзвичайно важливим є підготовка, попередження та корекція синдрому емоційного вигорання, формування власних навичок емоційного відновлення та сталої стресостійкості всіх учасників освітнього процесу.Термін «вигорання» вперше запроваджений американським дослідником Г. Фрейденбергерем у 1974 р. у статті «Вигорання персоналу». Він описує психологічний стан людей, які працюють у «допоміжних» професіях, утворений після тривалого та інтенсивного контакту з клієнтами або пацієнтами [1]. Відповідно, синдром емоційного вигорання може виникати у людини в будь-якій сфері її життя, зокрема накладання на освітній процес воєнних подій призводить до появи додаткових джерел формування дистресу в освітян. На нашу думку, емоційне вигорання виникає під дією комплексу зовнішніх (особливості професії, стрес-чинники, військові дії) та більш значущих індивідуально-психологічних (емоційне сприйняття індивіда стресових ситуацій, емоційне реагування, рефлексія на події) факторів. Причини та сутність емоційного вигорання учасників освітнього процесу в умовах війни є актуальним питанням, оскільки якість навчальної діяльності освітян (учнів, вчителів, студентів, аспірантів та викладачів) об'єктивно знижується. Під час російсько-української війни з'являються специфічні фактори, що підвищують імовірність виникнення та розвинення синдрому емоційного вигорання, такі як: страх за власне життя та майбутнє, неспроможність втрутитись у події війни, нездатність контролювати ситуацію, переживання за рідних, особливо за тих що на фронті, обсесії щодо власної безпеки, вплив ІПСО та навіть нові специфічні побутові проблеми. Варто створити умови, при яких з'являється відчуття безпеки, зменшення новино-інформаційного потоку. На організаційному рівні варто вжити комплекс заходів спрямованих на оптимізацію роботи освітян, зокрема цифровізація та спрощення освітнього процесу. На психоемоційному рівні для корекції цього синдрому дієвими є когнітивно-поведінкова терапія, проблемно-орієнтований тренінг, арт-терапевтичні прийоми. На психофізіологічному рівні зниженню стресу та вигорання сприяють активні заняття спортом, вивільнення негативних емоцій, сучасні техніки релаксації та повноцінний здоровий сон [2].

Література:

1. Freudenberger H. J. Staff burn-out. Journal of Social Issues. 1974. V. 30. P. 159-166. URL: https://sci-hub.se/downloads/2019-01-9/9c/freudenberger1974.pdf

2. Гаврилюк Ю. Р., Бегеза О. О. Емоційне вигорання освітян під час війни. Сучасні тенденції розвитку освіти й науки: проблеми та перспективи: зб. наук. праць. Київ – Львів – Бережани – Ломжа, 2025. Вип. 16. 332 с., С. 103-107.

ВПЛИВОВІ ПОСТАТІ У ФОРМУВАННІ МЕТОДОЛОГІЧНОЇ БАЗИ СВІТ-СИСТЕМНОЇ ТЕОРІЇ

Гончаренко Є. О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків

Одне з ключових питань світ-системної теорії полягає в тому, скільки світ-систем існувало протягом людської історії. Згідно з Валлерстайном, справжньою світ-системою є лише світ-система капіталізму протягом останніх кількох сотень років. Однак не всі сприймають таку його думку. У 1989 р. Ж. Абу-Луход випустила книгу «До європейської гегемонії», в якій завоювання монголів розцінюються як найважливіший фактор створення першої по-справжньому глобальної світової системи XIII ст., що згодом дало змогу порівняти за значимістю ці процеси з «великим вибухом» в історії Всесвіту. Значимість цієї роботи у тому, що Абу-Луход першою обґрунтувала єдність афро-євразійської світ-системи до епохи гегемонії капіталізму. Вона також спробувала виділити характерні риси до-сучасної світ-системи, що відрізняють її від капіталістичної світ-системи. Згодом історичний аспект було значно посилено у працях А. Г. Франка, К. Чейз-Данна та Т. Холлі.

Інша впливова постать у рамках світ-системного підходу – Андре Гундер Франк (1929–2005). Він зробив великий внесок у критику європоцентризму. На його думку, підхід Валлерстайна також страждає. За Валлерстайном, саме Захід створив капіталізм як систему і поширив її на весь світ. У численних публікаціях Франк переконливо показав, що різні регіони пов'язані один з одним тісними економічними зв'язками задовго до «довго XVI століття». Він вважає, що світова система («Світ-Система») лише одна, і її вік налічує не 500, а 5000 років. Саме тому він використовує даний термін в однині і тільки з великої літери.

Отже, нині серед теоретиків світ-системного аналізу немає єдності. І. Валлерстайн та його прихильники сфокусували свої інтереси навколо капіталістичної світ-системи та сучасності. Вони твердо дотримуються думки, що світ як єдина система виникла лише починаючи з XVI століття. Інша група дослідників вважає, що єдина Світ-Система, яка охоплювала вже майже від початку більше половини населення Земної кулі і з якої ву II тис. н. е. виросла сучасна глобальна світова система, склалася набагато раніше – як мінімум 5000 (але, можливо, і 12000) років тому. Цікаво, що цей не цілком правдоподібний сценарій прямо протилежний картині «зіткнення цивілізацій» С. Гантінгтона, у якого християнський світ протистоїть ісламсько-азійському.

І. Валлерстайн у своїх останніх роботах виступає проти цього методологічного підходу, підкреслюючи відсутність фундаментальної підстави як економічного, так і соціального характеру для подальшого успішного розвитку капіталізму в його фазі посткапіталізму.

СТВОРЕННЯ ПРОТОТИПУ МОДИФІКАЦІЇ ДЛЯ ГРИ MINECRAFT ЯК ІНСТРУМЕНТУ ІНТЕРАКТИВНОГО НАВЧАННЯ

Гончаров А.О., Федченко Г.В.
Національний технічний університет «Харківський Політехнічний Інститут», м. Харків

У сучасному освітньому середовищі дедалі більше зростає потреба у впровадженні інноваційних цифрових рішень, здатних зробити навчальний процес не лише ефективнішим, а й більш захопливим для учнів. У зв'язку з активною цифровізацією освіти, зокрема в контексті дистанційного та змішаного навчання, надзвичайно важливим є пошук інструментів, які сприяють підвищенню мотивації та залученості здобувачів освіти. Одним із перспективних напрямів у цьому контексті є використання ігрових платформ, зокрема Minecraft, яка, завдяки своїй відкритості та можливості модифікації, стала популярною не лише серед гравців, але й у сфері освітніх технологій. Гнучка структура Minecraft дозволяє створювати спеціалізовані плагіни та модифікації, що відкриває широкі можливості для індивідуалізації навчального контенту відповідно до потреб конкретного курсу чи предмету. Такий підхід сприяє автоматизації окремих компонентів навчального процесу, забезпечує більшу інтерактивність та сприяє формуванню практичних навичок у форматі ігрового занурення. Відтак виникає потреба у створенні нових інструментів, які б дозволяли ефективно реалізовувати навчальні сценарії за допомогою знайомого для учнів інтерфейсу.

У межах роботи планується розробити прототип освітньої модифікації для гри Minecraft, що дозволятиме реалізацію навчальних сценаріїв за допомогою вбудованих механік гри. Розробка здійснюється мовою Java із застосуванням Forge API, що забезпечує сумісність із базовим клієнтом Minecraft, а також створює підґрунтя для подальшого розширення функціональності. Модифікація включатиме систему інтерактивних завдань із підтримкою автоматизованої перевірки результатів та гнучкими інструментами. Модифікація міститиме багато готових шаблонів для різних предметних областей, що суттєво спростить процес впровадження ігрових технологій у навчальний процес та забезпечить інтуїтивні зрозумілі механіки.

Запропоноване рішення орієнтоване як на викладачів, так і на учнів, і має на меті зробити навчальний процес більш гнучким, динамічним та адаптивним до умов сучасної цифрової реальності. У перспективі подібні інструменти можуть стати важливою складовою цифрового освітнього середовища та сприяти формуванню нової культури навчання.

КАНАЛИ КОМУНІКАЦІЇ ТА ЇХ РОЛЬ ДЛЯ ОСІБ/СІМЕЙ У ПОДОЛАННІ СКЛАДНИХ ЖИТТЄВИХ ОБСТАВИН

Грень Л.М., Чеботарьов М.К.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Канали комунікації відіграють провідну роль у допомозі особам/сім'ям, які опинилися у складних життєвих обставинах. «**Законом України від 17 січня 2019 року № 2671-VIII «Про соціальні послуги»** *визначено, що с*кладні життєві обставини – обставини, що негативно впливають на життя, стан здоров'я та розвиток особи, функціонування сім'ї, які особа/сім'я не може подолати самостійно» [2]. *Колектив авторів на чолі із І. Звєрєвою визначають с*кладні життєві обставини як «обставини, які об'єктивно порушують нормальну життєдіяльність особи, наслідки яких вона не може подолати самостійно (інвалідність, часткова втрата рухової активності у зв'язку зі старістю або станом здоров'я, самотність, сирітство, безпритульність, відсутність житла або роботи, насильство, зневажливе ставлення та негативні стосунки в сім'ї, малозабезпеченість, психологічний чи психічний розлад, стихійне лихо, катастрофа тощо)» [4, с. 210-211].

Каналами комунікації для осіб/сімей, що опинилися у складних життєвих обставинах виступають: «засоби масової інформації (телебачення, радіо, інтернет-видання); інформаційні дошки; веб-сайти; соціальні мережі; електронні канали та месенджери (електронна пошта, Вайбер, Телеграм, тощо); працівники організації, яка надає послуги; інші організації: соціальні, медичні, освітні, громадські, поліція, інші [5, с. 37-38]. Однією з послуг, яка надається центром соціальних служб, є інформування. «Інформування – послуга полягає у наданні інформації з питань соціального захисту населення, у тому числі переліку та адрес надавачів соціальних послуг, умов їх отримання, тарифів на платні соціальні послуги; надання інформації щодо отримання медичної, правової допомоги, адміністративних послуг та інших видів допомоги» [3]. Так, відділом організації робіт з утримання територій виконавчого комітету Шевченківської районної в м. Полтаві ради надається інформація щодо постановки на облік кандидатів у потенційні опікуни (піклувальники); інформація щодо порядку статусу дитини, яка постраждала внаслідок воєнних дій та збройних конфліктів; інформація щодо покрокової процедури створення патронатної сім'ї, покрокової процедури створення прийомної сім'ї та необхідний перелік документів для подальших дій.

Література:

1. Аналітичний звіт за результатами визначення потреб у соціальних послугах населення Ірпінської територіальної громадиhttps://sos-ukraine.org/wp-content/uploads/2024/08/05-2-analytical-report-irpin_.pdf

2. Допомога сім'ям/особам, які перебувають у складних життєвих обставинах. Патронат. URL: https://kmcss.kyiv.ua/sotsialni-posluhy/dopomoha-szho/

3. Допомога сім'ям/особам, які перебувають у складних життєвих обставинах. URL: https://polyanska-gromada.gov.ua/news/1678448505/

4. Звєрєва І. Д., Кияниця З. П., Кузьмінський В. О., Петрочко Ж. В. Оцінка потреб дитини та її сім'ї: від теорії до практики: Навч. посіб.: У 2-х част. К.: «Кожній дитині», 2010. Част. І. 224 с.

5. Менеджмент соціальних послуг в умовах війни: матеріали тренінгу. К. 2023. 66 с. https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2023-03/%D0%9F%D0%

ОСНОВНІ НАПРЯМКИ СОЦІАЛЬНОЇ РОБОТИ ТА КОНСУЛЬТУВАННЯ В КНР: ВИКЛИКИ ТА МОЖЛИВОСТІ

Грибко О. В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Соціальна робота як професія в Китайській народній республіці (КНР) почала формуватися на початку 20 ст., але була перервана під час Культурної революції. Утім, питання знову постало у 1980-х роках як частина економічних реформ КНР та політики відкритості. Уряд КНР все більше визнає важливість соціальної роботи та консультування у вирішенні соціальних проблем, що стимулювало створення освітніх програм із соціальної роботи та консультування, а також створення професійних організацій у цій царині.

Основними напрямками соціальної роботи та консультування наразі в КНР є:

1. Подолання бідності: соціальні працівники відіграють важливу роль у реалізації державних програм, спрямованих на зменшення бідності. 2. Добробут дітей: захист вразливих дітей, у тому числі сиріт та дітей з обмеженими можливостями. 3. Догляд за людьми похилого віку: задоволення потреб старіючого населення. 4. Психічне здоров'я: надання підтримки особам із проблемами психічного здоров'я. 5. Розвиток громад: зміцнення громад через соціальні послуги представництва інтересів.

З 1978 р. Міністерство цивільної адміністрації взяло під свій контроль зокрема і соціальну роботу в КНР, хоча з 2008 р. частину, пов'язану із питаннями соціального забезпечення було передано створеному у тому ж році Міністерству трудових ресурсів та соціального забезпечення. Дослідники та представники Китайської асоціації соціальних працівників (CASW) відмічають недостатню професіоналізацію галузі соціальної роботи та консультування, особливо з огляду на ті виклики, які постали перед спеціалістами в часи пандемії COVID-19. Можемо зробити припущення, що ця проблема виникла через те, що власне навчальні програми в галузі соціальної роботи були створені в університетах по всій країні лише в 2015-2016 рр., а отже до 2019 р. випускників-соціальних працівників дійсно було ще замало для виконання того значного навантаження, яке спричинила пандемія.

Варто відзначити сучасні виклики та можливості для галузі соціальної роботи та консультування в КНР: 1. Обмежене усвідомлення громадськістю ролі соціальних працівників. Посилення інформаційної роботи з населенням може дати суттєвий ефект у цій царині. 2. Недостатнє фінансування та ресурси. Тут на допомогу може прийти державно-приватне партнерство, яке довело свою ефективність в соціальній сфері багатьох розвинених країн світу. 3. Потреба подальшої професіоналізації та стандартизації. З огляду на 10-річний термін функціонування навчальних програм в галузі соціальної роботи та неусталені стандарти, це питання потребує подальшого дослідження можливостей.

Література:

1. The Guardian. Social Work in China. URL : https://www.theguardian.com/social-care-network/2015/oct/06/social-work-in-china. 2. The official website of China Association of Social Workers (CASW). URL:http://www.cncasw.org/

ПРОБЛЕМА ЗБЕРЕЖЕННЯ МЕНТАЛЬНОГО ЗДОРОВ'Я ПІД ЧАС ВІЙСЬКОВОГО СТАНУ

Гура Т. В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В дослідженні розглянуто ментальне здоров'я як стан щастя та добробуту, в якому людина реалізує свої творчі здібності, може протистояти життєвим стресам, продуктивно працювати та робити внесок у суспільне життя. У МОЗ прогнозують, що через війну психологічної підтримки потребуватимуть понад 15 млн. українців. При цьому близько 3–4 млн людей треба буде призначати медикаментозне лікування. Після війни щонайменше кожна п'ята людина буде мати негативні наслідки для психічного здоров'я. За даними МОЗ України, у 20-30 % осіб, які пережили травматичні події, може розвинутись ПТСР. Крім того, через 5-7 років очікують зростання кількості осіб з наркотичною, алкогольною та іншими залежностями. Через психоемоційне напруження, спричинене війною, українці постаріють на 10–15 років, тобто хвороби, притаманні для зрілого та літнього віку, будуть траплятися на 10–15 років раніше, ніж це було до війни. Розкрито детально чинники, які викликають порушення ментального здоров'я: участь у бойових діях або перебування в прифронтовій зоні з постійними ракетними та артилерійськими обстрілами, бомбовими ударами; перебування в окупації, що значно підвищує вразливість наших співгромадян до психосоціального стресу, сприяє поширенню психічних розладів, таких як: депресія, тривога, постстресові розлади тощо. За оцінками експертів, 40-50 % населення потребуватимуть психологічної допомоги, у певних групах населення кількість таких людей буде становити: з-поміж військових та ветеранів – 1,8 млн.; серед людей старшого віку – 7 млн.; близько 4 млн – дітей та підлітків. Водночас близько 3-4 млн. українців матимуть певний розлад психічного здоров'я – помірної або тяжкої форми. Психічні розлади позначаються на фізичному здоров'ї людини, часто супроводжуються різного типу залежностями (алкоголізм, наркоманія), спричиняють труднощі соціальної адаптації та інтеграції, позначаються на працездатності людини. Крім об'єктивних чинників, що негативно впливають на ментальне здоров'я населення, є суб'єктивні проблеми, зокрема, як висловилася дружина Президента України О. Зеленська, «соціальна стигма», що поширюється на осіб з психічними хворобами або розладами. У суспільстві побутує стереотип, що «сильні не ходять до психотерапевта чи психолога, треба тримати в собі емоції і не показувати вигляду». Унаслідок такої установки люди часто звертаються до фахівців надто пізно. Тому збереження ментального здоров'я під час військового стану повинне стати одним із пріоритетних завдань державної політики.

BAG: ГЕНЕРАЦІЯ 2D-МОДЕЛІ АСТЕРОЇДНОГО РУХУ З ВІЗУАЛІЗАЦІЄЮ У ТРИВИМІРНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Дашковський Б.С., Сидоренко О.С.
Національний технічний університет «Харківський Політехнічний Інститут», м. Харків

У сучасному світі технології візуалізації та фізичного моделювання активно використовуються у різних галузях науки, техніки та освіти. Однією з важливих задач, що досліджується в планетарній науці та астрономії, є вивчення процесу утворення метеоритних кратерів унаслідок зіткнення небесних тіл з поверхнею планет [1; 2]. З огляду на потенційні загрози падіння великих астероїдів на Землю, створення інструментів, що дозволяють візуалізувати та аналізувати такі процеси, є надзвичайно актуальним. Крім того, візуалізація подібних явищ має велике значення для освітніх та демонстраційних цілей, а також як елемент інтерактивних наукових симуляцій. Метою роботи є розробка інтерактивного програмного забезпечення для персонального комп'ютера, яке дозволяє користувачу змоделювати форму астероїда, візуалізувати утворений кратер у двовимірному форматі та експортувати результати у формат, придатний для подальшого використання у тривимірному редагуванні. Застосунок має бути простим у використанні, мати графічний інтерфейс і дозволяти задавати параметри астероїда, тип поверхні, кут входу та інші фізичні змінні. Основна увага приділяється саме формі астероїда, результатам падіння та способам його графічного відображення, без деталізації складних фізичних моделей [3]. Наукова новизна полягає у створенні програмного засобу, що дозволяє інтерактивно формувати параметри віртуального зіткнення астероїда з поверхнею та на їх основі будувати результати зіткнення з земною поверхнею. У рамках проєкту передбачається реалізація спрощеної фізичної моделі, яка дозволить користувачеві в реальному часі змінювати вхідні параметри та одразу бачити результат у вигляді зміненого рельєфу. На цьому етапі не ставиться мета інтегрувати складні аналітичні або емпіричні моделі удару – важливо забезпечити гнучкість інтерфейсу та базову візуальну інформативність[4]. У розробці застосунку використано такі підходи: Спроба побудувати форму астероїда та кретера за заданими геометричними параметрами, які задає користувач; Реалізація графічного інтерфейсу користувача на основі C# та Windows Forms, що забезпечує простий спосіб взаємодії з додатком; Побудова діаграм та графіків залежностей між параметрами вхідних змінних та результатами моделювання (наприклад, залежність глибини кратера від кута входу або маси астероїда); Експорт 3D-моделі кратера у форматі .obj або .fbx для подальшої візуалізації; Візуалізація готової моделі кратера відбуватиметься в окремому середовищі – Unreal Engine, що дозволить досягти високого рівня реалістичності у відображенні фізичного процесу.

Література:

1. Holsapple, K. A. (1993). The scaling of impact processes in planetary sciences. Annual Review of Earth and Planetary Sciences, 21(1), 333–373.

2.Melosh, H. J. (1989). Impact Cratering: A Geologic Process. Oxford University Press.

3. Pierazzo, E., & Melosh, H. J. (2000). Understanding oblique impacts from experiments, observations, and modeling. Annual Review of Earth and Planetary Sciences, 28(1), 141–167.

4.Collins, G. S., Melosh, H. J., & Marcus, R. A. (2005). Earth Impact Effects Program: A Web-based computer program for calculating the regional environmental consequences of a meteoroid impact on Earth. Meteoritics & Planetary Science, 40(6), 817–840.

ПРОФЕСІЙНІ ОСОБЛИВОСТІ КОМУНІКАТИВНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ПСИХОЛОГІВ

Демідова Ю.Є., Ласка А.С.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасному суспільстві компетентність у сфері спілкування стала однією з головних складових високого професійного рівня. Для професії психолога комунікативна компетентність є провідною характеристикою, від якої залежить професійний успіх, конкурентоспроможність та особиста задоволеність. Психолог повинен володіти не тільки певними знаннями про різні сторони й аспекти спілкування, а й вміло користуватися цими знаннями в реальних ситуаціях, втіливши їх у конкретні вміння та кроки з метою досягнення взаєморозуміння та високих результатів професійної діяльності, тобто повинен володіти комунікативними здібностями. Комунікативні здібності – це професійний інструмент психолога. Під комунікативними здібностями розуміються індивідуально-психологічні здібності особистості, що відповідають вимогам комунікативної діяльності та забезпечують її швидке та успішне здійснення [1]. У комунікативній сфері в галузі психології існують свої норми, правила і засоби. Знання з особливостей вербальної та невербальної комунікації, стилів спілкування, вміння налагодити міжособистісну взаємодію, вміння грамотно та професійно комунікувати є важливими для психолога. Крім того, їх значущість зростає під час планування й аналізу комунікативних заходів (конференцій, семінарів, презентацій, майстер-класів). Комунікація ефективна, якщо вона досягає своїх цілей та відповідає ситуації, в котрій очікувана. До комунікативних вмінь психолога відносяться: комунікативні вміння – вміння організовувати текст повідомлення в адекватну форму, мовленнєві вміння, вміння гармонізувати зовнішні та внутрішні прояви, вміння отримувати зворотний зв'язок, вміння долати комунікативні бар'єри тощо; інтерактивні вміння – вміння будувати спілкування на гуманних, демократичних засадах, ініціювати сприятливу емоційно-психологічну атмосферу, вміння самоконтролю та саморегуляції, вміння організовувати співробітництво, вміння керуватися принципами й правилами професійної культури та етики, вміння активного слухання; соціально-перцептивні вміння - вміння адекватно сприймати й оцінювати поведінку партнера у спілкуванні, розпізнавати за невербальними сигналами його стани й мотиви поведінки, складати адекватний образ клієнта як рівноправного партнера спілкування, вміння справляти сприятливе враження [2; 3]. Крім того, варто зауважити, що комунікативні вміння розвиваються в процесі комунікативної діяльності, що має систематичний і ускладнюючий характер, та зворотний зв'язок, за якого здійснюється вплив на характер та ефективність відповідної діяльності психолога.

Література:

1. Смовж М., Балабушка Є., Петрушина М. Особливості розвитку комунікативних здібностей психологів. Вісник Національного університету оборони України. 2023. № 74(4), 119–129.

2. Марценюк М. Особливості професійної та особистісної готовності психолога до професійної діяльності. Електронний депозитарій ДВНЗ «УжНУ» URL: https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/9826/1/41.pdf

3. Балахтар В. Соціально-психологічні особливості комунікативної толерантності фахівців з соціальної роботи на різних стадіях професійного становлення. Науковий журнал Інституту психології імені Г. С. Костюка НАПН України та УАОППП. 2018. № 3(14), 7-14.

СВІТ-СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ І. ВАЛЛЕРСТАЙНА (ДО МЕТОДОЛОГІЇ СОЦІАЛЬНО-ФІЛОСОФСЬКОГО АНАЛІЗУ КАПІТАЛІЗМУ)

Дольська О. О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків

У 1997 році американський соціолог І. Валлерстайн виступив з доповіддю, під назвою «Кінець знайомого світу», в якій зазначив: сучасна світова система вступила в стадію завершальної кризи, а перехідний період стане часом грізних потрясінь. У прикладі може стати світова криза 2008–2010 років, яка перейшла з фінансово-економічної фази до соціально-політичної. На думку Гонтмахера, наприклад, 2010-х рр. стали першою комплексною світовою кризою з часів Великої депресії. А ряд експертів вбачають у процесах, що проходять сьогодні, ознаки передбаченого С. Гантінгтоном у 1993 році «зіткнення цивілізацій». Незважаючи на те, що американський дослідник відмовився від методології світ-системного аналізу із центральною точкою, «ядром» золотого мільярда,, треба розібратися у тому, які основні позиції були у центрі його уваги до середини 90-х рр. XX ст. По-перше, що виокремлює підхід до аналізу сучасного суспільства, – це концептуальні положення І. Валлернстайна. Його концепція світ-системного підходу має за методологічною базою міждисциплінарний характер. У ньому дуже тісно переплетені економіка та антропологія, соціологія та історія.

По-друге, у Валлерстайна змінюється об'єкт дослідження. Традиційно дослідники, зокрема і історики, обирали предметом свого вивчення якусь країну. Головною одиницею розвитку Валлерстайн обирає не «національну державу», а соціальну систему. Системи мають певну логіку функціонування та розвитку. Вони засновані на певному способі виробництва. І. Валлерстайн розуміє термін «спосіб виробництва» як особливу форму організації трудового процесу, у межах якої у вигляді якогось поділу праці здійснюється відтворення системи загалом.

Світ-імперії базуються на вилученні додаткового продукту за допомогою данини або ренти-податку та його редистрибуції (перерозподіл за вертикаллю). По-третє, крім світ-імперій Валлерстайн, слідуючи Броделю, зазначає існування світ-економік. Останні, на відміну від світ-імперій, інтегрувалися за допомогою економічних зв'язків, які пронизували політичні кордони країн. По-четверте. Особливу увагу І. Валлерстайн приділяв капіталістичній світ-системі. Вона сформувалася у Європі протягом так званого «довгого XVI століття» (1450–1650 рр.) з урахуванням західноєвропейської світ-економіки. Ця світ-економіка виявилася унікальною у тому, що їй вдалося уникнути трансформації у світ-імперію. Отже, як розвивається і чим характеризується така швидка за темпами розвитку і часом формування ця система, це питання, на яке І. Валлерстайн дав відповідь, що і стало основою для формування його методологічного підходу щодо аналізу пізнього капіталізму.

ФІЗИЧНА АКТИВНІСТЬ ЯК ЗАСІБ ЗНИЖЕННЯ СТРЕСУ В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

Зінченко Л.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У роботі розглянуто роль фізичної активності як одного з ефективних засобів подолання стресу серед студентської молоді в умовах дистанційного навчання. Зроблено акцент на особливостях психологічного стану студентів в період зниження соціальної взаємодії, збільшення навчального навантаження та недостатньої рухової активності. Узагальнено дані щодо позитивного впливу аеробних навантажень, йоги, розтягувальних вправ і дихальних технік на емоційне самопочуття студентів. Представлено практичні рекомендації щодо впровадження фізичної активності в щоденну навчальну рутину. Мета дослідження: Визначити роль фізичної активності у зниженні рівня стресу у студентів в умовах дистанційного навчання та обґрунтувати доцільність впровадження фізичних вправ у щоденний режим навчального процесу. Завдання дослідження: 1. Проаналізувати особливості стресових факторів у студентів під час дистанційного навчання. 2. Визначити науково обґрунтований зв'язок між фізичною активністю та психоемоційним станом. 3. Оцінити ефективність різних форм фізичних вправ для зниження рівня тривожності та стресу. 4. Сформулювати практичні рекомендації щодо використання фізичної активності як антикризового ресурсу для студентської молоді. Дистанційне навчання стало викликом для багатьох студентів, оскільки призвело до зниження фізичної активності, збільшення часу перебування перед екранами та зменшення міжособистісної комунікації. Усе це створює передумови для підвищення рівня стресу, тривожності та емоційного вигорання. У контексті дистанційного навчання особливої актуальності набуває впровадження простих форм рухової активності, які можна реалізовувати в домашніх умовах. У цьому дослідженні зроблено спробу проаналізувати вплив різних форм фізичних вправ на емоційний стан студентів та обґрунтувати доцільність використання фізичної активності як засобу подолання стресу в період дистанційного навчання. Фізичні вправи підвищують рівень ендорфінів, покращують сон і загальний тонус, тому вивчення їхнього впливу в онлайн-форматі є надзвичайно важливим для збереження психічного та фізичного здоров'я молоді. У дослідженні взяли участь 50 студентів віком від 18 до 23 років, які навчалися в умовах дистанційного формату. Метою було з'ясувати, як регулярна фізична активність впливає на рівень стресу студентської молоді. Респонденти були розділені на дві рівні групи: Експериментальна група (25 студентів) – протягом 4 тижнів виконували щоденні фізичні вправи (кардіо, дихальні вправи, йога). Контрольна група (25 студентів) – не змінювала свого звичного способу життя. Оцінка рівня стресу проводилася за допомогою опитувальника PSS-10 до і після експерименту. У експериментальній групі: 76% студентів показали суттєве зниження рівня стресу. У 16% – незначне покращення емоційного стану. Лише у 8% змін не зафіксовано. У контрольній групі: 68% зберегли високий рівень стресу. У 20% відбулося незначне зниження, що може бути пов'язано з іншими факторами. 12% повідомили про погіршення емоційного стану. Таким чином, 92% студентів експериментальної групи мали позитивні зміни в самопочутті, що свідчить про ефективність фізичної активності як засобу зниження стресу.

GOOGLE FORMS ЯК ІНСТРУМЕНТ ПІДВИЩЕННЯ ПРОФЕСІЙНОЇ ТА ДОСЛІДНИЦЬКОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ТВОРЧИХ ПЕДАГОГІВ В УМОВАХ ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Ігнатюк О.А., Тимошенко О.Е.
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", м. Харків

Харківська політехніка, у цьому році відзначає 140 річчя, підтверджує статус лідера освітнього простору, посилює напрям якісної підготовки нової генерації фахівців, спроможних реалізувати свій потенціал у різних галузях виробництва та сферах суспільного життя. Підготовка майбутніх творчих педагогів вищої школи відбувається на спеціальності А1 «освітні науки» (ОП/магістратура та ОНП/PhD), на ОНП PhD усіх спеціальностей університету.

Регіональні та галузеві контексти у процесі підготовки значно підсилюють питання формування професійної та дослідницької компетентності майбутніх творчих педагогів, готових до інновацій у професійній діяльності та підготовці фахівців-лідерів. При цьому важливим уявляється застосування хмарних технологій в освіті, серед них Google Forms, що успішно використовувалися у підготовці бакалаврів, магістрантів та PhD в 2024-2025 навчальному році [1]. Так, з метою розвитку професійної та дослідницької компетентності при викладанні ОК «Основи наукових досліджень», «Освітній моніторинг у вищій школі» (ОП А1), ОК «Соціальна педагогіка» (ОП І10), ОК «Наукові основи вищої професійної освіти», «Основи педагогіки вищої школи» та ін. (ОНП А1) застосовувалися Google Форми. Їх доцільно використовувати для створення опитувань, тестів, вікторин, веб-квестів. Їх важлива перевага — негайний зворотній зв'язок, можливість дізнатися про результат своєї роботи після завершення, коли інтерес до результату роботи найвищий.

Важливо, що під час підготовки майбутніх викладачів широко використовувалося опитування — початкове призначення Google Forms, які створювалися для отримання зворотного зв'язку від відвідувачів сайту саме в формі відповідей на запитання, визначення їх уподобань. До переваг застосування варто віднести: 1. Не потрібно тиражувати матеріал опитування на всіх респондентів. 2. Немає потреби особисто спілкуватися з респондентами, збирати їх всіх в один час і в одному місці. 3. Результати опитування зберігаються і постійно доступні в Інтернеті. 4. Результати опитування автоматично опрацьовуються і представляються у вигляді наочних узагальнених діаграм. Отже, досвід застосування Google Forms в освітньому процесі бакалаврів, магістрантів та аспірантів сприяв підвищенню їх професійної та дослідницької компетентності.

Література:

1. Ігнатюк О.А., Поліщук Д.В. Формування цифрової компетентності як складової в структурі професійно-педагогічної компетентності майбутнього викладача вищої школи у процесі підготовки в умовах аспірантури. *Актуальні проблеми соціального розвитку в суспільстві змін :* матеріали ІІ Міжнародної науково-практичної конференції, м. Харків, 28-30 березня 2024 р. Харків : НТУ «ХПІ», 2024. С. 28-30.

ФОРМУВАННЯ КУЛЬТУРИ ДІЛОВОГО СПІЛКУВАННЯ У ВІДНОСИНАХ МІЖ ЛІКАРЕМ І ПАЦІЄНТОМ

Качайло К.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

За всіх часів існування людства професія лікаря завжди була у великій пошані, здавна лікаря вважали рятівником від всіх хвороб, його поважали, з ним радилися і спілкувалися – слово лікаря мало і має великий вплив на всіх, хто звертається до нього по допомогу. Пацієнти цінують лікаря за вміння вислухати, надати корисну пораду щодо профілактики хвороб, а за необхідністю, і їх лікування. Слово лікаря є дієвим і впливовим. Розуміючи це, сучасні педагоги приділяють велику увагу формуванню культури ділового спілкування майбутніх лікарів у вищих медичних закладах освіти.

За визначенням науковців А.І. Кузьмінського та В.Л. Омеляненко, «спілкування педагогічне – система органічної соціально-психологічної дії вчителя-вихователя і вихованця у всіх сферах діяльності, що має певні педагогічні функції, спрямовані на створення оптимальних соціально-психологічних умов, активної та результативної життєдіяльності особистості» [1, с. 306]. Створюючи оптимальні соціально-психологічні умови на заняттях з ділової української мови (за професійним спрямуванням), викладачі прагнуть прищеплювати майбутнім лікарям любов до рідного слова, вчать їх культурі ділового спілкування, комунікації, заснованій на емпатії. «Комунікація – це двостороння взаємодія між медичним працівником та людиною, обмін інформацією. Завдяки комунікації цінності та позиція пацієнта будуть почуті та враховані в процесі спільного прийняття рішень щодо його здоров'я» [2, с. 143]. А це можливо лише «за пацієнт-орієнтованого підходу, в основі якого лежить ефективна комунікація лікаря і пацієнта, яка підвищує задоволеність пацієнта» [2, с. 144]. До основних принципів лікарської комунікації відносять: емпатійне слухання – усвідомлене співпереживання поточного емоційного стану іншої людини без втрати відчуття зовнішнього походження цього переживання; активне слухання – відображення почуттів, відкриті запитання; інформування пацієнта; заохочення активності пацієнта; визнання цінності досвіду пацієнта [2, с. 145]. І тут на допомогу лікарю приходять отримані під час навчання знання з культури ділового спілкування: знання правил, норм, етичного поводження, знання культури слова, доречно сказаного, слова, що мобілізує хворого на одужання. Культура ділового спілкування є мистецтвом, якому треба вчити, яке треба удосконалювати майбутнім лікарям протягом навчальної і професійної діяльності упродовж життя.

Література:

1.Кузьмінський А.І., Омеляненко В.Л. Педагогіка у запитаннях і відповідях: Навч.посіб. К.: Знання. 2006. 311 с. (Навчально-методичний комплекс з педагогіки).

2. Леухіна А. Г. Людяність та емпатія в охороні здоров'я. Посібник для викладачів. Київ : Майстер книг : 2022. 365 с.

РОЛЬ ЕМОЦІЙНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ПЕДАГОГІЧНІЙ КУЛЬТУРІ ВИКЛАДАЧА

Кірсанов І. Ю.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Педагогічна культура викладача – це не просто частина його професії, а основа успішної взаємодії зі студентами, колегами та освітнім середовищем. Вона охоплює не лише знання предмета та володіння методиками викладання, а й здатність вибудовувати довірливі стосунки, мотивувати учнів і створювати в аудиторії комфортну атмосферу. Гарні навички з емоційного інтелекту допомагають викладачеві враховувати індивідуальні особливості студентів, робити навчальний процес доступним і захопливим. Вони також відіграють ключову роль у розв'язанні конфліктних ситуацій і запобіганні непорозумінь у колективі. Взаємодія зі студентами має сприяти розвитку їхнього критичного мислення, соціальної відповідальності та вміння вести конструктивний діалог. Викладач, який володіє навичками з емоційного інтелекту, не лише пояснює матеріал, а й надихає, підтримує та допомагає розкрити потенціал кожного студента. Навички з емоційного інтелекту – це здатність ефективно передавати, отримувати, сприймати, інтерпретувати інформацію та адаптувати стиль спілкування залежно від ситуації. Педагогічна культура викладача – включає в себе наступне: 1) емоційну інтелігентність – це вміння керувати власними емоціями, своєю поведінкою; здатність чітко й правильно формулювати думки, використовуючи мову, зрозумілу аудиторії, включаючи вибір слів, структуру речень та інтонацію; використання мовленнєвого етикету, культури мови та мовлення; володіння навичками аргументації та переконання; уміння вербально коректно і мотивуюче оцінювати роботу (дії, висловлювання) студентів, даючи рекомендації для їхнього подальшого розвитку; уміння невербальними засобами оцінити, зупинити, спонукати, супроводити дії або інформацію; 2) емпатію – здатність розуміти емоції й почуття співрозмовника, що особливо важливо при роботі зі здобувачами різних вікових, етнічних та професійних категорій; гнучкість у спілкуванні – уміння адаптувати стиль комунікації залежно від ситуації, аудиторії та контексту; 3) уміння слухати і чути, тобто правильно інтерпретувати вербальну і невербальну (жести, міміку) інформацію, розуміти підтекстову інформацію, надавати зворотній зв’язок; 4) активне слухання – уміння сприймати та інтерпретувати інформацію від співрозмовника, підтримувати діалог за допомогою запитань і уточнень; 5) здатність до запобігання та вирішення конфліктів – уміння знаходити компроміси та розв’язувати спірні ситуації мирним шляхом. Від здатності педагога чітко і переконливо викладати матеріал багато в чому залежить його засвоєння. Володіння педагогом прийомами емоційного інтелекту, тобто аргументації, технікою утримання уваги, принципами логічної побудови мовлення, практикою використання метафор і аналогій, роблять навчальний матеріал доступнішим і зрозумілішим.

ТІЛЕСНІСТЬ ФУНКЦІОНАЛЬНО-ІНСТРУМЕНТАЛЬНОЇ ПАРАДИГМИ: ІСТОРИКО-ФІЛОСОФСЬКИЙ АНАЛІЗ

Косс А.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Механістично-метафізична парадигма зародилося в епоху Просвітництва значною мірою завдяки роботам Рене Декарта. В цю епоху тілесно-дисциплінарні практики, спрямовані на раціональний та суспільний контроль над тілом, отримали провідну роль через інститути освіти, армії та медицини. Тіло почало сприйматися як щось, що потребує «окультурення» та підкорення розуму. У книзі «Критика інструментального розуму» Макс Горкгаймер розрізняє два типи розуму: об'єктивний та суб'єктивний (інструментальний). Об'єктивний розум, що панував у класичній філософії, розглядався як фундаментальна сила, яка пронизує реальність і пов'язана з пошуком об'єктивної істини, універсальних цінностей та вищих цілей буття. На противагу йому, інструментальний розум, що став домінуючим з епохи Просвітництва, зосереджений на пошуку найефективніших засобів для досягнення будь-яких цілей, поставлених суб'єктом, не переймаючись моральністю чи раціональністю самих цілей [1, с. 14–15].

Варто відзначити, що в епоху Промислової революції спостерігається подальше посилення інструменталізації тіла. В умовах промислового виробництва воно стає нерідко придатком до машини, його рухи стандартизуються (тейлоризм), витривалість та продуктивність стають ключовими показниками, а медицина та гігієна спрямовані передусім на підтримку працездатності. У цей період тіло максимально функціоналізується, а його природні ритми та потреби можуть ігноруватися заради ефективності. Хоча в епоху Постмодерну спостерігається деконструкція старих норм, інструментальний підхід до тіла зберігається: воно оптимізується для досягнення певного іміджу, статусу чи задоволення, стаючи об'єктом споживання та маніпуляцій з ідентичністю.

У сучасну цифрову епоху (чи Постпостмодерну) інструментальний розум зливається з цифровими технологіями, а тілесність дедалі більше перетворюється на дані («quantified self» – «кількісно виміряне Я»). Носимі пристрої, медичні додатки, системи біометричної ідентифікації збирають детальну інформацію про тіло, роблячи його прозорим для аналізу, контролю та оптимізації з боку корпорацій та держав. Тіло стає об'єктом алгоритмічного управління [2], а його межі розмиваються через взаємодію з віртуальними середовищами та внаслідок досягнень біоінженерії. Поєднання цифрових технологій контролю з парадигмою інструментального розуму веде до ще вищого рівня контролю, бюрократизації та адміністрування, що проникає в саму тканину тілесного існування.

Отже, ця тенденція несе потенційні загрози, а саме: посилення відчуження від власного тілесного досвіду, який замінюється абстрактними даними та показниками ефективності; тотальний контроль, що створює потенціал для дискримінації та маніпуляцій на основі біометричних даних; втрата глибинного сенсу життя, адже тілесність стає суто функціональним об'єктом для досягнення зовнішніх цілей (продуктивність, відповідність стандартам, безпека), а екзистенційний вимір унікального тілесного досвіду редукується та значною мірою визначається власниками NBIC-технологій.

Література:

1. Горкгаймер М. Критика інструментального розуму / пер. з нім. М. Д. Култаєва. К. : ППС, 2002, 2006. 284 с.

2. Mobile and wearable sensors for data-driven health monitoring system: State-of-the-art and future prospect / Anikwe C. V. et al. *Expert Systems with Applications*. 2022. Vol. 202. 117362.

ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК МІЖ МОТИВАЦІЄЮ ДО УСПІХУ ТА САМООСВІТНЬОЮ КОМПЕТЕНТНІСТЮ У СТУДЕНТІВ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 174 – АВТОМАТИЗАЦІЯ, КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА РОБОТОТЕХНІКА

Кравцова Н.В., Конкін В.В.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасних умовах розвитку вищої освіти надзвичайно важливим стає не лише засвоєння навчального матеріалу, а й здатність здобувачів до самостійного пошуку знань, аналітичного мислення та безперервного самовдосконалення. Самоосвітня компетентність виступає ключовою характеристикою особистості, яка готова до професійного зростання в умовах стрімких змін. Одним із факторів, що впливає на рівень сформованості цієї компетентності, є внутрішня мотивація здобувачів освіти до досягнення успіху, тобто здатність особистості ставити перед собою цілі, долати труднощі й досягати результатів завдяки власним зусиллям.

Наразі, під час онлайн навчання, роль викладача вищої школи поступово змінюється: зростають функції управління, консультування та контролю за освітньою діяльністю здобувачів, яка неможлива без спрямованості (мотивації) студентів до власної навчально-пізнавальної діяльності. З іншого боку, збільшення частки самостійного опрацювання матеріалу за дистанційних освітніх умов, вимагає від здобувачів відпрацювання навичок самоосвітньої компетентності [1, С.129]. У цьому контексті особливого значення набуває прагнення особистості до саморозвитку й самовдосконалення, яке забезпечується стійкими мотиваційними чинниками та впливає на необхідність розвитку самоосвітньої діяльності.

Метою нашого дослідження було виявлення залежності між рівнем мотивації до досягнення успіху та сформованістю самоосвітньої компетентності серед студентів спеціальності 174 – Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка Навчально-наукового інституту комп'ютерного моделювання, прикладної фізики та математики НТУ «ХПІ» впродовж весняного семестру 2024-2025 н. р. В ході дослідження було використано методику Т. Елерса «Діагностика мотивації до успіху» та авторський опитувальник із 16 запитань (розробником є соавторка тез Кравцова Н.В.). Отримані дані після здійснення кількісного аналізу результатів дослідження підтвердили гіпотезу про те, що студенти з високими показниками мотивації до успіху демонстрували і вищий рівень самоосвітньої компетентності. Це вказує на необхідність педагогічної підтримки саме внутрішньої мотивації в освітньому процесі, що сприятиме формуванню у здобувачів самоосвітніх навичок для успішної навчально-пізнавальної діяльності.

Література: 1. Кравцова Н. В. Сутність та структура самоосвітньої компетентності майбутніх бакалаврів машинобудівних спеціальностей. *Освіта дорослих: теорія, досвід, перспективи.* 2024. №1 (25). С. 124–137.

ВИСОКОПОЛІГОНАЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА РЕТОПОЛОГІЯ

Кривоніс С.С., Матюшенко М.В.
Національний технічний університет «Харківський Політехнічний Інститут», м. Харків

Сучасні ігрові рушії демонструють стрімкий розвиток, що відкриває нові можливості для створення більш реалістичних ігрових світів. Разом із цим, 3D-моделі також ускладнюються, стаючи все більш деталізованими. Проте використання високополігональних моделей у ігрових проектах є проблематичним через обмеження ресурсів апаратного забезпечення. Для вирішення цієї проблеми застосовують ретопологію — процес оптимізації сітки моделі шляхом зменшення кількості полігонів без втрати її основної форми та деталей. У цій роботі продемонстровано виконання ретопології концептуальної 3D-моделі автомобіля. Для демонстрації сутності ретопології створено концептуальну модель автомобіля яка є високодеталізованою. До проведення ретопології модель мала надмірно високий полігональний склад, що робило її непридатною для використання у сучасній ігровій індустрії. Ретопологія була виконана за допомогою програмного забезпечення "3ds Max", зокрема стандартних інструментів "Poly Draw" та "Extrude". У процесі було дотримано наступних етапів: було оцінено кількість полігонів, їхню щільність та загальну топологію моделі, інструмент "Poly Draw" дозволив вручну створити нову низькополігональну сітку поверх початкової моделі, слідуючи її основним формам.Використовуючи "Extrude", було додано необхідні ребра та вершини для збереження ключових геометричних особливостей моделі, перевірено правильність з'єднання вершин і ребер, щоб уникнути утворення зайвих трикутників або помилок у сітці. У результаті проведеної роботи кількість полігонів моделі було зменшено приблизно у 338 разів — із високополігональної моделі до оптимізованої версії з 11680 трикутників Це дозволяє зменшити навантаження на апаратне забезпечення, забезпечивши при цьому придатність моделі для текстурування та подальшої інтеграції в ігровий рушій "Unity". Ретопологія є ключовим етапом у створенні ігрових 3D-моделей, особливо для проєктів, які орієнтовані на реалістичну графіку з обмеженими ресурсами. Використання інструментів "3ds Max", таких як "Poly Draw" та "Extrude", дозволяє ефективно оптимізувати моделі, забезпечуючи збереження важливих деталей та форми. Після ретопології модель стає придатною для текстурування, яке може компенсувати втрачені дрібні деталі шляхом використання нормалей і карт зміщення. У роботі проаналізовано сучасні вимоги до ігрових моделей і методи зменшення кількості полігонів. Було проведено ретопологію високополігональної моделі автомобіля, що дозволило зменшити її полігональний склад до рівня, придатного для використання в ігровій індустрії. Отримана модель готова для подальшого текстурування та інтеграції в ігровий рушій. Ця методика може бути використана для оптимізації інших складних моделей.

АВТОМАТИЗАЦІЯ РОЗРОБКИ РОЗМІТКИ

Кривоніс С.С., Матюшенко М.В.
Національний технічний університет «Харківський Політехнічний Інститут», м. Харків

Як ремесло, веб-дизайн активно розвивається, у відповідності з сучасним станом основних виробничих цілей.

Було показано, що при створенні дизайну акценти розставляються при підборі кольорів, сіток, текстур. Але дані аспекти дизайну суб'єктивні.

Розробники ж повинні надати інтерфейси, які проектують у відповідності до потреб споживача.

В пошуках натхнення можна звернутись до хімії. Тверді тіла, рідини, гази складаються з атомів. При цьому атоми взаємодіючи створюють молекули, які і формують організми. Інтерфейси ж мають деталізацію в компонентах. Отже потрібно розбити інтерфейси на функціональні блоки, зробити варіативними їх, потенціально замінювати складність. Отже маємо реалізацію атомного веб-дизайну.

Сутність цього процесу дозволяє створювати автоматичні розмітки інтерфейсу користувача, оптимізуючи роботу розробнику, а також спрощує оволодіння програмою користувачеві. Для досягнення цієї цілі ввикористовуємо Python, з реалізованою методикою розпізнавання. Методика аналізує графічні файли, позволяє розробити логічні елементи, генерувати розмітки.

Зібравши дані про елементи, можна автоматично створити HTML/CSS-код. Наприклад при розробці аддону, що алгоритмизує і, таким чином, полегшує використання ригів і дії у різних проектних роботах. Задачами такого аспекту є створення інтерфейсу для ефективного управління рушіями, забезпечення коректної роботи з адаптивними версіями програм, а також здійснення тестування з метою подальшого виявлення та усунення потенційно можливих та виявлених помилок.

Інструменти типу Jinja2 дозволяють програмно генерувати розмітку. Цей процес можна доповнити інтеграцією з популярними фреймворками (React, Vue, Angular). Python допомагає організувати компоненти в бібліотеки, які можна перевикористовувати (зберігати як окремі шаблони або компоненти для бібліотек UI).

ЕТИЧНІ АСПЕКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В СИСТЕМИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ У СФЕРІ СОЦІАЛЬНОЇ ПОЛІТИКИ

Круглов В.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Інтеграція штучного інтелекту (ШІ) у системи соціального забезпечення та процеси прийняття рішень у соціальній політиці є однією з ключових технологічних трансформацій сучасності. У той час як держава все частіше застосовує рішення на основі штучного інтелекту для оптимізації публічних послуг [1], розподілу ресурсів і визначення права на отримання соціальних пільг, виникають етичні питання, які потребують розгляду. Технології ШІ можуть забезпечити більшу ефективність та зниження адміністративних витрат при прийнятті управлінських рішень. Однак, виникають складні етичні виклики, пов'язані зі справедливістю, підзвітністю та захистом уразливих верств суспільства. Автоматизація рішень, які безпосередньо впливають на людські життя (отримання допомоги, захист дітей), породжує питання щодо упередженості алгоритмів, конфіденційності даних і посилення існуючої соціальної нерівності. Використання ШІ в сфері соціального забезпечення створює низку етичних проблем. Перш за все, це проблема алгоритмічної упередженості. Системи ШІ можуть посилити існуючі суспільні упередження та нерівність. Впровадження систем ШІ викликає питання щодо конфіденційності та захисту даних [2]. Агрегація та алгоритмічна обробка таких даних створює вразливість для певних груп населення. Перехід до автоматизованого прийняття рішень також створює ризик дегуманізації процесів соціального забезпечення. Фахівці можуть проявляти емпатію, враховувати обставини та робити судження, які алгоритмічні системи не можуть відтворити. Зведення складних людських потреб до кількісно визначених даних може послабити основу систем соціального забезпечення. Вирішення етичних проблем передбачатиме наявність спеціальних суб'єктів управління, які спираються на підзвітність, перевірки упередженості, людський контроль та механізми оскарження. Впровадження штучного інтелекту має збалансувати технологічну ефективність із людською гідністю, гарантуючи, що нові інструменти збільшують справедливість у наданні соціального забезпечення.

Література:

1. Kruhlov, V., Bobos, O., Hnylianska, O., Rossikhin, V., Kolomiiets, Y. The Role of Using Artificial Intelligence for Improving the Public Service Provision and Fraud Prevention. Pakistan Journal of Criminology. 2024. №16(2). P. 913-928.

2. Микитюк Д. Ю., Круглов В. В. Розробка ефективної політики для впровадження технологічних інновацій в державному управлінні. Розвиток сучасного українського суспільства у соціологічному вимірі: матеріали XI міжнар. наук.-практ. конф. 13 грудня 2024 р. Харків: НТУ «ХПІ», 2024. С. 190-193.

КРИЗОВІ СТАНИ У ВІЙСЬКОВИХ ПІД ЧАС БОЙОВИХ ДІЙ

Круць О.А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Участь у бойових діях є одним із найсерйозніших психотравмуючих факторів, що негативно впливають на психічне здоров'я військовослужбовців. Військові події можуть призводити до розвитку кризових станів, таких як екзистенційна криза, посттравматичний стресовий розлад (ПТСР), емоційне вигорання та втрата життєвого сенсу. Ці психоемоційні труднощі не лише знижують якість життя, але й суттєво ускладнюють процес повернення та адаптації до мирного життя після завершення військової служби [1]. У філософському контексті участь у бойових діях можна розглядати як екзистенційну кризу, що супроводжується втратою сенсу життя, переосмисленням моральних орієнтирів та ідентичності. Представники екзистенціалізму, зокрема Ж.-П. Сартр та А. Камю, акцентували увагу на зіткненні людини з абсурдом, свободою вибору та відповідальністю в межових ситуаціях [2; 3]. В. Франкл, базуючись на власному досвіді виживання в концтаборі, підкреслював, що пошук сенсу навіть у стражданні є вирішальним чинником збереження психічної рівноваги [4]. Таким чином, філософський аналіз дозволяє глибше осмислити психологічні наслідки війни, акцентуючи увагу на особистісних трансформаціях військовослужбовців [5]. Розвиток кризових станів у військових зумовлений впливом кількох взаємопов'язаних факторів: індивідуальні психологічні характеристики (стійкість, життєвий досвід, професійна підготовка), рівень соціальної підтримки (з боку родини, побратимів, суспільства) та умови несення військової служби, зокрема інтенсивність бойових дій і тривалість перебування в зоні конфлікту. Особливо вразливими виявляються жінки-військовослужбовці, які, за результатами досліджень, демонструють вищий рівень психологічного стресу, що може бути зумовлено не лише фізичними, а й соціокультурними чинниками, зокрема очікуваннями щодо їхніх ролей у війську та в суспільстві [6,7]. Кризові стани, що виникають у військових під час бойових дій, постають не лише як психологічна, а й як глибоко філософська проблема, пов'язана з екзистенційним вибором, втратою сенсу та зіткненням із граничними ситуаціями [8]. Тому профілактика та реабілітація мають передбачати не лише технічну допомогу чи терапевтичну підтримку, а й створення простору для переосмислення власного буття, зміцнення внутрішньої стійкості, формування здатності до саморефлексії та духовної адаптації.

Література:

1. Репозитарій ДУАН. URL:https://ir.duan.edu.ua/search?spc.page=1&query=стресовий%20розлад%20

2. Сартр Ж.-П. Екзистенціалізм – це гуманізм; пер. з фр. О. Коваль. Київ Юніверс, 2005. 112 с.; пер. з фр. О. Коваль. Київ : Юніверс, 2005. 112 с.

3. Камю А. Міф про Сізіфа; пер. з фр. О. Завгороднього. Харків : Фоліо, 2018. 160 с.

4. Франкл В. Є. Людина в пошуках справжнього сенсу; пер. з англ. Ю. Попсуєнка. Львів : Вид-во Старого Лева, 2020. 224 с.

5. Суспільне новини/ URL: https://suspilne.media/238315-bijsa-tikaj-abo-zavmri-ak-zitta-v-umovah-vijni-vplivae-na-psihoemocijnu-stabilnist-ludini/

6. Попик Ю. Вплив професійних стресорів на психологічну стійкість військовослужбовців під час виконання бойових завдань. *Проблеми теорії та методології навчання.* 2022. № 21. С. 112–119. URL: https://pt.khmnu.edu.ua/index.php/pt/article/view/132

7. Дослідження психологічного дистресу у жінок-військовослужбовиць // Психологія і соціальна педагогіка. 2023. № 1(31). С. 23–31. URL: https://uk.e-medjournal.com/index.php/psp/article/view/214

8. Живоглядов Ю. О., Носаль Л. Г. Екзистенційна психологія кризових станів особистості: тривога та вина в переживанні вибору майбутнього // Вчені записки Університету «КРОК». 2022. № 2(66). С. 165–172.

СОЦІАЛЬНО-ГУМАНІТАРНІ ТЕХНОЛОГІЇ ФОРМУВАННЯ ШКІЛЬНИМ ПСИХОЛОГОМ ПРОФЕСІЙНИХ ЦІННОСТЕЙ УЧНІВ

Лебедик Л.В.

Полтавський національний педагогічний університет імені В. Г. Короленка, м. Полтава

Сучасна система освіти спрямована не лише на формування знань, умінь і навичок учнів, а й на розвиток ціннісної сфери особистості, що визначає їхню життєву і професійну самореалізацію. В умовах постійних змін та викликів, зокрема пов'язаних з війною, міграцією, соціальною нестабільністю, роль шкільного психолога у формуванні професійних цінностей учнів значно посилюється. Соціально-гуманітарні технології є сукупністю інтерактивних, соціально орієнтованих методів впливу, спрямованих на розвиток соціальних якостей, емоційного інтелекту, гуманістичних і професійних орієнтирів учнів. Ці технології інтегрують знання з психології, педагогіки, соціології, філософії. Спираючись на спільні дослідження з Д. Абрамовим [1] і В. Стрельніковим [2], назвемо провідні методи і технології, які ефективно застосовуються шкільними психологами для формування професійних цінностей учнів: 1) технології соціального проєктування – розробка учнями соціально корисних ініціатив у шкільному середовищі, пов'язаних з професійною тематикою; 2) тренінгові програми з розвитку емоційного інтелекту та ціннісної рефлексії – дозволяють учням усвідомити свої життєві цілі, нахили, уподобання та пов'язати їх із вибором професійної сфери; 3) метод case-study – аналіз життєвих і професійних ситуацій із практики реальних фахівців; формування ставлення до професійних етичних дилем; 4) фасилітаційні технології – організація групових дискусій, дебатів, діалогів, у яких школярі опрацьовують ціннісно-значущі питання та вчаться знаходити особистісно і соціально важливі відповіді; 5) коучингові бесіди й кар'єрні консультації – індивідуальна психологічна підтримка у формуванні професійного самовизначення; 6) гейміфіковані технології – використання ігрових елементів у розв'язанні завдань, пов'язаних з професійним вибором. Застосування соціально-гуманітарних технологій у діяльності шкільного психолога сприяє ефективному формуванню професійних цінностей учнів, розвитку їхньої самосвідомості та соціальної зрілості, створює умови для осмисленого і відповідального професійного вибору.

Література:

1. Абрамов Д. О., Лебедик Л. В. Роль індивідуальної освітньої траєкторії педагога закладу позашкільної освіти у формуванні професійних ціннісних орієнтацій вихованців. *Філософія освіти в умовах сучасних викликів: цінності, стратегії, інноваційні практики* : матеріали Всеукр. наук.-практ. онлайн-конф. (Полтава, 20 листоп. 2024 р.) / упоряд. : Т. О. Бондар, В. Ю. Стрельніков, Н. П. Шаповалова. Полтава : ПАНО, 2024. 209 с. С. 61–64.

2. Lebedyk L., Strelnikov V. Educational space of continuous education of teachers: a facilitating approach. *Educational space: post-non-classical perspectives* / Eds. Dimitrina Kamenova, Svitlana Arkhypova. Varna : Varna university of management, 2023. 261 p. P. 128–157.

АЛГОРИТМІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ СІТОК ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ РЕКУРЕНТНИХ ПОСЛІДОВНОСТЕЙ І ФРАКТАЛЬНИХ СТРУКТУР

Литвинчук Д. Д., Шеліхова І. Б.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В умовах стрімкого розвитку цифрового дизайну та автоматизації креативних процесів, існує нагальна потреба у створенні гнучких та адаптивних методів побудови композиційних сіток. Традиційні підходи, такі як золотий перетин або використання поділу третин, давно довели свою ефективність, проте вони можуть бути обмеженими при вирішенні нових завдань, де потрібна висока динамічність і параметричність. Запропонована тема об'єднує два потужних математичних інструменти — рекурентні послідовності та фрактальні алгоритми, що дозволяють автоматизувати побудову композиційних сіток з унікальною ієрархічною структурою.

Концепція базується на використанні рекурентних числових співвідношень, які задають пропорції і розміри окремих елементів сітки, а також на фрактальних алгоритмах, що реалізують рекурсивний поділ простору для створення самоподібних структур. За допомогою цього підходу формується сітка, кожен рівень якої відповідає за окрему частину композиції, що в сукупності забезпечує гармонійне та адаптивне розміщення елементів. Особлива увага приділялася дослідженню різних варіантів фрактального поділу. Було проведено порівняльний аналіз простих рекурсивних моделей із більш складними алгоритмічними рішеннями, що дозволило визначити, яка саме схема поділу найкраще підходить для вирішення конкретних дизайнерських задач — чи то для створення інтерфейсів, друкованих матеріалів, чи для анімації.

Актуальність дослідження зумовлена сучасними вимогами до оптимізації та автоматизації дизайну. Сучасним дизайнерам і розробникам необхідно швидко адаптувати макети до різних пристроїв і умов використання, що стає можливим завдяки інтеграції математичного апарату, який дозволяє не лише задавати параметри розміщення, але й гнучко змінювати їх відповідно до специфіки завдання. Проведення досліджень різних моделей фрактального поділу дозволять виділити оптимальні композиційні схеми для конкретних сценаріїв, що збільшує функціональність і універсальність створеного інструменту. Метою даної роботи є розробка математичної моделі та створення програмного забезпечення, яке реалізує алгоритмічну генерацію композиційних сіток із використанням рекурентних послідовностей і фрактальних алгоритмів.

Результатом цієї роботи стане не тільки наукове дослідження, а й практичний інструмент, який дозволить оптимізувати процеси створення макетів та впровадити інноваційні підходи у візуальне оформлення сучасних цифрових продуктів.

ІНФОРМАЦІЙНА СИНГУЛЯРНІСТЬ

Міщенко В.І., Шимченко О.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Аналізуючи характер розвитку інформаційного суспільства Й. Масуда і П. Друкер, застосовують терміни «кібернетичної революції», Е. Тоффлер – термін «шок майбутнього», І. Гуд – «вибух інтелекту», зростання інформації у сучасному, багата кількіть дослідників пише про різке зростання обсягів інформації. Так, Бакмінстер Фуллер стверджував, що якщо до 1900 року обсяг знань подвоювався приблизно кожні 100 років, а до 1945 року – кожні 25 років, то в сучасну епоху — кожні 12 годин. Насправді, сучасні дослідження показують, що хоча кількість наукових публікацій зростає експоненційно, сам обсяг знань зростає лінійно. Використовуючи метод аналогії можливе застосувати термін «неомальтузіанський інформаційний бум», у якому замість населення та їжі, ресурсів (у класичній теорії Мальтуса) розглядаються інформація та знання як концептуальні антиподи. Інформаційне навантаження на одиницю знання привиде до «точки інформаційної сингулярності» – моменту, коли знання більше не встигатиме фільтрувати шум. Згідне концепції «мертвого інтернет» збільшення обсягів інформації здійснюється агентами штучного інтелекту (ботами), але основою створення інформаційного шуму є людська діяльність, до складу якої можливе віднести: комерційний бруд, як контент як товар, що створюється у якості підміни справжніх інтересів надмірним споживанням, історичні міфи (ретроспективна маніпуляція минулим у цілях легітимації влади), політичні фейкі (постправда, генерація "альтернативних фактів" для управління масами) , девіації людської психіки і фантазій (підсвідома схильність до конспірології, магічного мислення), а також певні девіації в розвитку наукового знання, формування таких її позанаукових форм, як «квазі» «пара» і антінаукове знання. Наслідками інформаційного забруднення є наближення людства до стану інформаційної сингулярністі – як падіння в прірву інформаційного хаосу, де накопичення даних веде не до ясності, а до розкладання смислів. За аналогією з фізичною гравітацією, інформаційна маса може викривити поле когнітивної реальності та викликати колапс мислення. Рух в цьому напрямку приводить до певних станів в інтелектуальному бутті людини, які можливе розглянути, використовуючи певні символи, які надають образне уявлення про існування людини в цьому інформаційному середовищі: «інформаційний туман» – легка дезорієнтація, когнітивне навантаження, ілюзія поінформованості за відсутності цілісної картини; «інформаційне болото» – втрачається розрізнення живого та машинного контенту, здійснюється «прилипання» до потоку без виходу, починається інформаційна деградація; «інформаційна прірва» – виникає колапс смислових структур, розпад наративів, повна недієздатність мислення. Отже, суспільству потрібна екологізації інформаційного простору, до складу якої слід віднести: критичне мислення та фільтрація джерел, очищення від цифрового сміття, боротьба із фейками, спамом, дублікатами, фільтрація «мертвого контенту» – сторінок, що не індексуються, вилучення «інформаційних міражів», картографія смислів, просування унікального авторського матеріалу.

СКЛАДНІ ПРОСТОРОВІ ФОРМИ У СУЧАСНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Морозова М.Ю., Сидоренко О.С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сучасна промисловість стрімко розвивається і вимагає нових підходів до проєктування об'єктів та матеріалів. Одним з таких рішень може бути застосування складних просторових форм у процесі виробництва, зокрема у галузях машинобудування, матеріалознавства та адитивному друці. Використання таких геометричних структур може сприяти високим показникам стійкості, ергономіки та естетичної привабливості виробів.

У машинобудуванні складні геометричні форми, здебільшого, направлені на створення оптимізаційних методів виготовлення деталей з високим рівнем міцності, жорсткості чи інших, важливих для фізичної експлуатації, характеристик. Наприклад, топологічні взаємопов'язані структури часто застосовуються для різних типів кріплень [1].

Також сучасні промислові дослідження спрямовані на створення нових матеріалів і структур з високими показниками стійкості, гнучкості, розбирання та складання. Примітними тут є різноманітні композитні збірки панелей чи блоків на основі бетону, що здатні протидіяти деформації і сприяти поглинанню енергії, проєктування і виготовлення яких є можливими завдяки використанню складних багатогранників [1].

У галузі тривимірного (або ж адитивного) друку цифрові моделі, за якими відбувається процес накладання шарів виробу, здебільшого представлені складними геометричними формами або ж складаються з декількох таких. Завдяки таким моделям стає можливим створення різних функціональних прототипів. В останні роки поширеності набула галузь фармацевтичного друку, який дозволяє виготовляти пігулки складної геометричної форми на основі багатогранників, що впливає на склад ліків і швидкість розчинності інгредієнтів в організмі [2].

Таким чином, впровадження складних геометричних форм у процеси виробництва може сприяти розвитку різних галузей людської діяльності, а також веде до підвищення ефективності промислових процесів. Це, в свою чергу, дозволяє розширювати можливості як великих, так і малих підприємств, а також забезпечує підґрунтя для інновацій.

Література:

1. Tavoosi Gazkoh M., Lin X., Zhou A. Advancing Topological Interlocking Structures: Recent Developments, Applications, and Challenges in Civil Engineering. International Journal of Concrete Structures and Materials. 2024. Vol. 18, no. 1.

2. The Future of Medicine: How 3D Printing Is Transforming Pharmaceuticals / J. Bernatoniene et al. Pharmaceutics. 2025. Vol. 17, no. 3. P. 390.

ПСИХОЛОГІЧНА СТІЙКІСТЬ ПІД ЧАС ВІЙНИ, ДОСВІД РОБОТИ КЛІНІЧНОГО ПСИХОЛОГА ВІДДІЛЕННЯ ФІЗИЧНОЇ ТА РЕАБІЛІТАЦІЙНОЇ МЕДИЦИНИ

Новосьолова С. Ю.

Комунальне некомерційне підприємство «Міська клінічна лікарня №13» Харківської міської ради, м. Харків

Втомленість, виснаженість, безсилля, постійне відчуття страху та тривоги відчувають мешканці міста під час війни. Важливу роль у відновленні ментального та фізичного здоров'я має своєчасна турбота про своє ментальне здоров'я.

В умовах воєнного стану та активних військових дій, головне - це адаптація до стресових подій, навчитися розуміти свої почуття та реакції, а також розібратися, що таке стрес і як його подолати. Соціальна трансформація, що змінює поведінкові моделі та формує нові навички, необхідні українцям у новій реальності. Як підтримати людину після обстрілів, як знайти новий сенс життя, якщо твій дім зруйновано і життя розділилося на «до» та «після», як заспокоїти дитину в бомбосховищі…

Необхідно знайти опори та пробуджувати внутрішні ресурси, які допомагають знайти стійкість і силу, що дають можливість рухатися далі, незважаючи на обставини. Кожен з нас потребує підтримки і допомоги, адже піклування про ментальне здоров'я та створення ефективних механізмів підтримки це наша стресостійкість, яка допомагає нам подолати стрес. У сфері ментальної підтримки, зокрема в кризових ситуаціях та травматичних подіях, важливе відновлення та збереження ментального здоров'я населення та подолання бар'єрів, які заважають повноцінному життю. Лікарі фізичної та реабілітаційної медицини, клінічні психологи, фізичні терапевти, терапевти мови та мовлення, ерготерапевти проводять комплекси реабілітаційних заходів спрямованих на відновлення ментального та фізичного здоров'я: відновлення психоемоційного стану, зміцнення та нормалізацію роботи всіх систем організму, що допомагає пацієнту повернутись до звичайної життєдіяльності. За допомогою індивідуальних реабілітаційних програм відбувається відновлення функцій або компенсація втрачених функцій, нові копінг-стратегії під час війни. Копінг стратегії – це способи психологічної діяльності та поведінки, що виробляються свідомо, і спрямовані на подолання стресових та важких побутових ситуацій. Головне завдання копінгу – забезпечення й підтримка благополуччя людини, її фізичного стану, психічного здоров'я та соціальних відносин.

Література:

1. Герасименко Л. О. Реакція на важкий стрес та розлади адаптації. Посттравматичний стресовий розлад: навч. посібник / Л. О. Герасименко, А. М. Скрипніков, Р. І. Ісаков.- Київ: ВСВ Медицина, 2023.- 120 с.- ISBN 978-617-505-921-0

2. Основи реабілітаційної психології: подолання наслідків кризи: навч. посібник. Том 1. / Заг. ред. Н. Пророк– Київ, 2018. – 208 с. 3. Техніки арттерапії в роботі кризового психолога з цивільним населенням в умовах війни: навч.-метод. посібник / Г. Красіної, К. Гавриловської.- Харків: ФОП Захарченко В. В., 2023.- 106 с.- ISBN 978-966-8614-20-0

GOOGLE ІНСТРУМЕНТИ У ДОСЛІДЖЕННІ ТА РОЗВИТКУ ПРОФЕСІЙНО-ПЕДАГОГІЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ВИКЛАДАЧІВ НА ТРЕТЬОМУ ОСВІТНЬО-НАУКОВОМУ РІВНІ ПІДГОТОВКИ В ТЕХНІЧНОМУ УНІВЕРСИТЕТУ

Поліщук Д.В., Ігнатюк О.А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Розробка анкети-опитувальника щодо визначення поглядів та розуміння питань професійно-педагогічної компетентності майбутніх викладачів на третьому освітньо-науковому рівні підготовки в технічному університеті та контрольних запитань щодо лекції «Професійна компетентність викладача закладу вищої освіти: актуальність, характеристика, складові, особливості формування» була побудована за наступним алгоритмом: 1) Визначення мети анкети-опитувальника; 2) Вибір показників; 3) Створення анкети-опитувальника за допомогою інструмента Google Form; 4) Визначення шкали оцінювання; 5) Збір даних; 6) Аналіз та інтерпретація; 7) Підготовка звіту.

Визначення мети є критичним кроком у розробці анкети-опитувальника, оскільки вона визначає, які питання будуть включені в опитування і які дані планується зібрати.

Розроблена анкета-опитувальник щодо визначення поглядів та розуміння питань професійно-педагогічної компетентності викладача закладу вищої освіти була реалізована за допомогою Google Форми. Дана програма дозволяє швидко та зручно, як для розробника так і для респондента виконати збір даних. Також в програмі є всі необхідні для опитування функції і цікаві можливості оформлення.

Анкета-опитувальник щодо визначення поглядів та розуміння питань професійно-педагогічної компетентності викладача закладу вищої освіти, розроблена для вибірки, членами якої є аспіранти усіх спеціальностей технічного університету, магістранти спеціальності А1 «освітні науки», майбутні викладачі, педагоги. Під час розробки було виконано досконалий підбір питань, щоб отримати максимально необхідну інформацію.

До структури анкети-опитувальника увійшли питання: 1 блок: Визначення поняття професійно-педагогічної компетентності та її актуальність. 2 блок: Структура професійно-педагогічної компетентності. 3 блок: Основні характеристики професійно-педагогічної компетентності викладача ЗВО. 4 блок: Професійно-педагогічна компетентність новачків-викладачів та методи, які сприяють формуванню і вдосконаленню творчих здібностей педагогів.

Література:

1. Ігнатюк О.А., Поліщук Д.В. Формування цифрової компетентності як складової в структурі професійно-педагогічної компетентності майбутнього викладача вищої школи у процесі підготовки в умовах аспірантури. *Актуальні проблеми соціального розвитку в суспільстві змін :* матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції, м. Харків, 28-30 березня 2024 р. Харків : НТУ «ХПІ», 2024. С. 28-30.

РОЛЬ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У РОЗВИТКУ ВИКЛАДАЦЬКОГО ЛІДЕРСТВА У МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ ОСВІТНІХ, ПЕДАГОГІЧНИХ НАУК

Резнік С.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Інформаційні технології відіграють все більшу роль у сучасній системі вищої освіти. Викладацьке лідерство передбачає здатність організовувати освітній процес, надихати здобувачів освіти до якісної роботи, впроваджувати інноваційні методи навчання й виступати агентом змін. У формуванні викладацького лідерства майбутніх фахівців освітніх, педагогічних наук інформаційні технології відкривають нові можливості для самореалізації та творчої педагогічної діяльності.

Цифрові засоби дають змогу майбутнім педагогам набувати досвіду ефективного лідерського впливу в умовах дистанційного, змішаного навчання та хмаро орієнтованого навчального середовища. Майбутні викладачі в таких умовах вчаться проектувати освітні траєкторії, керувати командною роботою, впроваджувати формувальне оцінювання та забезпечувати індивідуалізацію навчання.

Використання інтерактивних платформ, віртуальних середовищ, електронного контенту та інструментів колаборації сприяє розвитку таких якостей викладача-лідера, як цифрова грамотність, гнучкість, організованість, готовність до нововведень.

Таким чином, інформаційні технології виступають не лише засобом підвищення ефективності освітнього процесу, а й потужним чинником професійного становлення особистості викладача-лідера. Їх інтеграція в підготовку майбутніх фахівців освітніх, педагогічних наук сприяє розвитку інноваційної культури, підвищенню педагогічної майстерності, цифрової грамотності, організованості та готовності до трансформації освіти відповідно до викликів інформаційного суспільства.

ПЛАВАННЯ У СИСТЕМІ ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ СТУДЕНТІВ

Родигіна В.П
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В роботі розглянуті особливості навчальних занять з фізичного виховання, зокрема плавання, що сприяють збереженню здоров'я, психічному розвантаженню, вдосконаленні спортивної підготовки. Фізичне виховання, це важлива навчальна дисципліна з вираженим прикладним значенням, системою придбання життєво необхідних якостей, знань, умінь та навичок.

Плавання як фізична діяльність студентів сприяє зміцненню тонусу м'язів, впливає на кровообіг та дихання. При фізичних вправах у басейні у студентів відбувається чергування напруги та розслаблення м'язів. У воді відбувається зниження навантаження на хребет, покращується серцева діяльність, а також знижується психологічне навантаження студента, що є важливим в умовах воєнного стану. Навчання плавання студентів проводяться відповідно до методик, які мають свої особливості. Це може залежати від того, чи вміє студент плавати або студент хоче навчитися спортивним способам плавання. Навчання плавання, здійснюється у водному середовищі, яке має свої особливості. Нерідко водне середовище викликає у невміючих плавати почуття страху та страх глибини, тому, перш ніж приступити до освоєння навички плавання, необхідно пройти курс освоєння водного середовища. На цьому етапі застосовуються вправи, спрямовані на придбання нових відчуттів тиску води, горизонтального положення тіла, невагомості, опори поверхнями тіла, що гребають, і кінцівок на воду, освоєння правильної техніки дихання у воді, узгодження з рухами. Все це є необхідною базою для подальшого освоєння різних технік та спортивних способів плавання. Наприкінці семестру у басейні кожен студент за бажанням може здати певні нормативи. Тест з плавання Купера,як найкраще підходить до цього, він дозволяє оцінити стан фізичної підготовленості студентів на основі відстані в метрах, які студент здатний пропливти за 12 хвилин. Це тестування проводилося серед 10 студентів: 6 юнаків та 4 дівчат. Підсумки тестування показали, що зі здаванням нормативів краще впоралися хлопці, оскільки вони мають більше позитивних оцінок. Оцінку «добре» виставлено 17% хлопцям, оцінку «середне» отримали 50% хлопців, оцінку «погано» - 33% хлопців, оцінки « відмінно» та «дуже погано» у хлопців не було. У дівчат оцінку «погано» отримали 35%, а оцінку «середне» - 65% дівчат. Оцінок – «дуже погано», «добре» та «відмінно» не було у дівчат. Аналізуючи результати здачі тесту Купера у цій групі, можна дійти висновку, що студенти, які відвідують басейн, мають погану підготовку з плавання. Це може бути обумовлено тим, що студенти раніше не вміли плавати або погано володіли навичкою. Для того, щоб результати покращилися, необхідно впроваджувати плавання в життя студентів протягом усього періоду навчання у ЗВО.

ОСОБЛИВОСТІ ЦИФРОВОЇ НЕРІВНОСТІ В УКРАЇНІ

Саламаха Р. Б.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Спроможність населення ефективно користуватись цифровими технологіями, мати швидкий доступ до інтернет ресурсів, володіти навичками пошуку інформації є базовою компетентністю в соціальному і культурному житті сучасного суспільства [1, с.103.]. Старше покоління в Україні має низький рівень володіння цифровими навичками, що ускладнює їхню інтеграцію у сучасне цифрове життя. Люди похилого віку, малозабезпечені верстви населення, особи з інвалідністю не мають достатнього рівня знань для використання всіх можливостей користування Інтернетом. Також є проблемою доступність до високошвидкісного Інтернету у сільській місцевості або гірських районах, тому багато населених пунктів залишаються без покриття або мають низьку швидкість Інтернету [2, с.48.]. За даними дослідницького холдінгу Factum Group Ukraine, проникнення Інтернету в Україні у 3 кварталі 2019 р. становить 71 %. Тільки 65 % населення має доступ до інтернету вдома. [3, с 104.]. У липні 2019 р. Президент В. Зеленський підписав Указ № 497/2019 «Про деякі заходи покращення доступу до мобільного інтернету», який повинен вирішити проблему цифрової нерівності між містом і селом [4]. У травні 2023 року Міністерство цифрової трансформації України відзвітувало, що з 2021-го понад 1 млн. українців у 3268 селах забезпечили доступом до швидкісного інтернету, а 7,5 тисяч шкіл, лікарень та інших соціальних закладів користування системою Wi-Fi. Дослідження КМІС показує, що за останні три роки рівень користування електронними послугами найбільше зріс серед людей старших вікових категорій: на 52% серед людей, які мають вік за 70 років, на 30% серед людей віком від 50-69 років, на 18% серед людей віком від 30-49 років, на 11% віком від 18-29 років. Визначити кількість користувачів дротовим інтернетом складніше, ніж користувачів мобільним інтернетом, можливість порахувати кількість користувачів сім-карт легше, ніж абонентів дротових користувачів великих домогосподарств. За даними НКЕК, кількість активних сим-карток, з яких підключалися до интернету, у 2022 році становила 35,356 млн. З них 26,424 млн – це сім-картки стандарту 4G. Самі мобільні оператори оцінюють кількість населення з можливістю доступу до швидкісного мобільного інтернету приблизно у 90%. Але через постійні обстріли й бойові дії часто пошкоджуються вежі мобільного зв'язку, оптоволоконні кабелі, електропідстанції, сервери. Внаслідок ударів по енергетичній інфраструктурі багато регіонів втрачали доступ до Інтернету через знеструмлення.

Література:

1. Рудницький С.А. *Інформаційне суспільство в світі Україні: перспективи розвитку та глобальні виклики*. 2019. Харків: НУ «ХАІ». 198 с.

2. Єршова О.Л. Чинники подолання цифрової нерівності: світовий досвід та можливості для України. *Економіко математичне моделювання соціально-економічних систем.* Зб. наук. пр. К.: МННЦІТС НАН та МОН України, 2016. Вип. 21. С. 106-115.

3. Біленчук П.Д. Кофанов А.О Кобилянський О.А. Інформаційне суспільство: управління, право, технології, безпека.2019. К.:НАВС. 392с.

4. Указ Президента України № 497/2019 URL: https: //www.president. gov.ua/documents/4972019-27953 (дата звертання: 20 .04.2025).

5. Скільки українців не мають доступу до інтернету і коли ми подолаємо цифровий розрив. Електроний ресурс: https://speka.media/skilki-ukrayinciv-dos (дата звертання: 20.04.2025)

САМООЦІНКА ЯК ФАКТОР УСПІШНОСТІ ЖІНКИ-ЛІДЕРКИ У СУЧАСНОМУ СВІТІ

Семенюта Л. О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Хаків

Обумовлено викликами сучасності зростання кількості жінок, які обіймають керівні посади та беруть активну участь у процесах управління, політики та бізнесу. Дослідження показують, що самооцінка впливає на прийняття рішень, впевненість у власних силах, здатність долати перешкоди та будувати ефективні міжособистісні стосунки. Для жінок-лідерок, які часто стикаються зі стереотипами та упередженнями, висока самооцінка стає особливо важливим ресурсом. Метою роботи було проаналізувати вплив самооцінки на успішність жінок на лідерських позиціях. Самооцінка відображає глибинне переконання жінки-лідерки щодо власної гідності та прийняття себе як особистості. Вона формує внутрішнє уявлення особистості про власну цінність, компетентність і здатність досягати поставлених цілей. У випадку жінок-лідерок, висока самооцінка тотожна впевненості в собі, здатності приймати гнучкі адекватні рішення та долати гендерні стереотипи (Рубан, 2020). На її рівень впливають досвід протягом життя та професійної діяльності, ефективність соціальної взаємодії, досягнення та невдачі, а також внутрішні атрибуції успіхів і поразок тощо. Надзвичайно важливими факторами визначення самооцінки є рівень впевненості у власних силах, ініціативності, стійкості до стресів та здатності будувати здорові міжособистісні стосунки.

Дослідження самооцінки є важливим для розуміння мотивації, поведінки та емоційного благополуччя людини, а також для розробки ефективних стратегій психологічної допомоги та особистісного зростання. Вони засвідчують, що жінки з адекватною самооцінкою частіше демонструють високий рівень емоційного інтелекту, що сприяє ефективній комунікації та формуванню довірчих стосунків у колективі (Brown & Dempsey, 2021). Натомість низька самооцінка може обмежувати лідерський потенціал, призводити до самосаботажу та уникання відповідальності. Самооцінка впливає на різні складові успіху жінки-лідерки (прийняття рішень, мотивація, комунікація, управління конфліктами тощо).

Таким чином, розвиток здорової самооцінки є важливою умовою для реалізації лідерського потенціалу жінок. Психологічна підтримка, коучинг та менторство є ефективними засобами для її формування та зміцнення. Самооцінка є вагомогомим психологічним фактором, що сприяє успіху жінок на лідерських позиціях. Отримані результати роботи можуть бути корисними для розробки тренінгових програм, коучингових сесій та інших інтервенцій, спрямованих на підтримку та розвиток лідерського потенціалу жінок.

Література:

1. Рубан О.В. Трансформація гендерних ролей в бутті сучасної людини: дис. ... канд. філос. наук. Київ, 2019. 235 с.

2. Brown, Shanique & Hill, N. & Lorinkova, Natalia. (2021). Leadership and virtual team performance: A meta-analytic investigation. European Journal of Work and Organizational Psychology. 30. 1-14. 10.1080/1359432X.2021.1914719.

ЦИФРОВІЗАЦІЯ ЯК ПЕДАГОГІЧНА УМОВА ДЛЯ СТВОРЕННЯ ТВОРЧОГО ОСВІТНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Сидоренко О. О., Ігнатюк О. А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,м. Харків

Дефініцію педагогічних умов досліджувало багато викладачів та науковців, зокрема О. Потапчук, Т. Вдовичин, А. Литвин, Н. Яремчук. Ця тема постійно знаходиться в полі зору фахівців і вони висловлюють різні тлумачення.

Згодні з результатами, що висловила К. Ярощук, як результат аналізу різних точок зору на проблему, що загальною рисою усіх визначень цього поняття є направленість умов на вдосконалення взаємодії учасників педагогічного процесу при вирішенні конкретних дидактичних завдань. Отже, педагогічні умови визначимо як сукупність факторів, що забезпечують організацію, регулювання, взаємодію об'єктів і явищ педагогічного процесу для досягнення поставленої мети [1].

Одним з таких факторів є цифровізація навчального процесу. Враховуючи активне залучення дистанційної освіти стає необхідним використання цифрових технологій в освіті, це має вирішальне значення для формування сучасного освітнього середовища. В такому просторі ключовими стають опанування корисних практичних навичок, вміння адаптуватись до швидких змін та медіаграмотність.

У вищій школі цифрові технології виступають не лише засобом навчання, а й простором для розвитку педагогічної творчості викладача. Дають змогу створювати інтерактивні лекції, використовувати віртуальні лабораторії, цифрові симуляції, мультимедійні ресурси. Це сприяє формуванню нової парадигми викладача - фасилітатора навчального процесу, наставника й креатора. Таким чином проблема цифровізації набуває актуальності в контексті дослідження формування готовності до педагогічноі творчості. Використання Moodle, Microsoft Teams дозволяє зручно розмістити необхідну інформацію, автоматизувати календар та здачу домашньої роботи, дає можливість швидко отримати зворотній зв'язок і надає викладачу час для по справжньому важливих і стратегічних рішень. Canva, Kahoot або AhaSlides дозволяють створювати інтерактивні, цікаві презентації та перевірку знань в ігровій формі. PhET та Labster є незамінними помічниками для студентів технічних дисциплін, бо наглядно демонструють фізичні, хімічні та математичні закони і симуляції. Відмітимо, що всі ці платформи самі по собі є лише інструментами та засобами. Щоб розкрити їх потенціал потрібен вмотивований викладач, здатний до творчості, який придумає цікаві та доступні способи передати знання.

Література:

1. К. Ярощук. Визначення педагогічних умов формування професійної етики майбутніх інженерів-педагогів в процесі фахової підготовки. URL: http://oldconf. neasmo. org. ua/node/1716 (дата звернення 19 квітня).

ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ АКТИВНОСТІ СТУДЕНТІВ ПІД ЧАС ВОЄННОГО СТАНУ

Сівак Є.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Інформаційна активність студентів є процесом реалізації різноманітного ступеню інформаційних інтересів та потреб. Показник інформаційної активності студентів дозволяє оцінити під час воєнного стану ступінь розуміння інформаційних явищ та процесів, виявляючись у отриманні нової інформації.

В умовах воєнного стану право на доступ до інформації може підлягати обмеженням насамперед для захисту інтересів національної безпеки. Необхідні запровадження та здійснення заходів правого режиму воєнного стану, оборони, цивільного захисту, громадської безпеки та порядку, захисту критичної інфраструктури, охорони прав, свобод і законних інтересів громадян.

Виконуються роботи під час воєнного стану, що мають оборонний характер, також ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, створюються спеціалізовані установи з надання безоплатної первинної допомоги.

Силами цивільного захисту та правоохоронних органів забезпечується функціонування національної економіки. Необхідно реалізувати безпечні, позитивні ризики, пов'язані з міжнародною допомогою, із відновленням функціонування інфраструктури та запровадити заходи економічної політики.

Навчальний процес повинен бути зручним, достатньо інформативним, безпечним під час воєнного стану. Отримавши будь-яку інформацію, з будь-яких джерел, студенти повинні навчитися чітко вміти виділити необхідну інформацію із загальної маси інформаційних потоків, вірно оцінити свій характер поведінки в інформаційному середовищі.

Всі обмеження свободи слова та інформації під час воєнного стану повинні здійснюватися відповідно до законодавства та міжнародних стандартів прав людини. Студенти повинні завжди розуміти, що ключові елементи забезпечення правомірності таких обмежень є механізмами, які допомагають захистити права громадян та медіа, забезпечити законність дій державних органів та сприяти збереженню основних свобод у самих складних умовах.

СОЦІАЛЬНО-ГУМАНІТАРНІ ТЕХНОЛОГІЇ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ПЕДАГОГА В ЗАКЛАДІ НЕПЕРЕРВНОЇ ОСВІТИ

Стрельніков В. Ю.
Полтавська академія неперервної освіти ім. М. В. Остроградського, м. Полтава

В умовах сучасного освітнього простору, що динамічно змінюється під впливом глобальних викликів – воєнного стану, цифровізації, зміни соціокультурних запитів – актуалізується потреба у формуванні сталого професійного розвитку педагога. Заклади неперервної освіти відіграють у цьому ключову роль, забезпечуючи педагогів інструментами для адаптації, інноваційного мислення, а також особистісного зростання.

Аналіз педагогічної, філософської, психологічної та іншої літератури, проведений у роботах у співавторстві з Л. Лебедик [1, с. 298–302; 2, с. 65–69], вказує на потребу враховувати сутність соціально-гуманітарних технологій у контексті сталого розвитку, які орієнтовані на: розвиток ціннісних орієнтирів педагога (гуманізм, соціальна відповідальність, екологічна свідомість); формування критичного і системного мислення; розвиток комунікативної компетентності; формування здатності до саморефлексії та саморозвитку.

Ключові соціально-гуманітарні технології: 1) діалогічні практики – спрямовані на формування відкритого педагогічного діалогу щодо проблем освіти сталого розвитку, побудови колегіальних відносин, обміну думками; 2) фасилітація в освітньому середовищі – активізує включення педагогів у процес спільного розв'язання проблем, моделювання стратегій сталого розвитку освітнього середовища; 3) коучинг і менторство – дозволяють педагогам усвідомити індивідуальні ресурси та сформувати траєкторію сталого професійного розвитку; 4) проєктне навчання – формує здатність до прогнозування, відповідального планування та реалізації освітніх ініціатив, пов'язаних зі сталим розвитком; 5) інтердисциплінарні семінари та майстер-класи – розширюють гуманітарну перспективу педагогічного мислення; 6) методи соціальної дії – зокрема, соціальні акції, волонтерські проєкти, моделювання освітніх змін на засадах громадянської відповідальності.

Соціально-гуманітарні технології мають реалізовуватися через адаптовані модулі в програмах неперервної освіти педагогів. Доцільним є включення в програму: кейс-аналізів успішних практик педагогів-лідерів; фасилітованих сесій зі стратегування розвитку педагогічного колективу; занять із розвитку резилієнтності педагога; воркшопів з формування екологічної свідомості та громадянської відповідальності.

Література:

1. Лебедик Л. В., Стрельніков В. Ю. Соціальна адаптація учасників війни у системі неперервної освіти. *Психологія і соціальна робота у XXI столітті* : зб. наук. матеріалів І Міжнар. наук.-практ. форуму (1-3 листоп. 2023 р., м. Полтава). Полтава, 2023. 362 с. С. 298–302.

2. Стрельніков В., Лебедик Л. Розвиток професійної компетентності хіміків-технологів у системі неперервної освіти. *Імідж сучасного педагога*. 2025. № 1 (220). С. 65–69.

КОНСОЛІДОВАНА СОЦІАЛЬНА ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ ЯК СОЦІАЛЬНИЙ РЕСУРС ОРГАНІЗАЦІЇ

Сутула О. А., Сутула А.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Інтегральним показником розвитку консолідованої соціальної відповідальності організації, забезпечення різноманітності та креативності роботи виступає рівень впровадження соціального ресурсу. Цей індикатор надає змогу формувати конкретні переваги організації, забезпечувати її стресостійкість, дієво реагувати на зовнішні і внутрішні кризові виклики.

Взаємодія соціальних партнерів відбувається не тільки на рівні виконання корпоративних завдань і цілей. Їх об'єднують певні універсальні цінності, які пов'язані з прагненням покращити добробут громади, регіону, держави. Саме при наявності вищезазначених умов між соціальними організаціями можуть бути запроваджені партнерські відносини, які передбачають спільну, консолідовану відповідальність.

Для консолідованої соціальної відповідальності не характерен індивідуальний характер прийняття рішення, сувора формалізація, формальні стосунку. Навпаки, передбачається рівноцінна відповідальність усіх соціальних партнерів, прийняття рішень за принципом консенсусу.

Розглянемо наступні ефективні умови існування консолідованої соціальної відповідальності.

1 Інституціональний принцип відкритості. Суспільство до бізнесу має високий рівень довіри, а тому надає йому право на повне використання економічного, соціального ресурсів.

2 Організаційний принцип. Організаційні структури бізнесу по-перше, мають нести відповідальність за товари, послуги, які вони надають суспільству, по-друге, за результати взаємодії з соціальними структурами суспільства.

3 Індивідуальний принцип. У кожній сфері корпоративної соціальної відповідальності менеджери застосовують практики для досягнення соціально-відповідальних результатів.

4 Запровадження процесів корпоративної соціальної сприйнятливості. Співпраця зі стейкхолдерами. Управління конфліктами, кризовими явищами.

5 Наявність результатів корпоративної поведінки. Досягнення кінцевого результату роботи з мінімальними соціально-економічними втратами і максимальними соціально-економічними прибутками.

Таким чином, для досягнення стійких динамічних результатів праці в організації, необхідно впроваджувати принципи консолідованої соціальної відповідальності на всіх рівнях соціально-трудових відносин. Організації, які чітко виконують зобов'язання перед колективом, громадою, державою мають право очікувати адекватної соціальної поведінки від інших партнерів і, зокрема, від соціальних, економічних, політичних установ і інститутів.

ВПЛИВ МЕНТАЛЬНИХ УСТАНОВОК НА ЕКОНОМІЧНУ АКТИВНІСТЬ ЖІНОК В УМОВАХ МІГРАЦІЇ

Тарасова К.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків

Через обставини сьогодення багато українських жінок залишаються у вимушеній еміграції, і зараз відбувається переорієнтація ментальних установок. Вони мають не просто адаптуватися до умов невизначеності, а і забезпечувати себе, а часто і дітей/батьків. Тому постає питання щодо показників успішності в цих умовах, а також визначення психологічних особливостей зміни паттернів та ролей жінки-мігранта, усвідомлення нових настанов з метою покращення матеріального благополуччя. Тому необхідно визначити основи залежності між ментальним рівнем взаємодії та економічною активністю жінок у вимушеній міграції.

Серед українських науковців В.М. Педоренко доводить, що вимушені переселенці мають серйозні проблеми в психоемоційній сфері внаслідок психотравмуючих подій. Жінки-мігрантки стикаються з питанням адаптації до нового культурного та соціально-економічного середовища, до змін у гендерних ролях та очікуваннях. У цьому контексті особливої уваги заслуговує вплив глибинних психологічних факторів, таких як ментальні установки, на їхню здатність до економічної самореалізації. На думку С. Коркіної «Вимушена міграція відрізняється від добровільної тим, що вимагає швидких, спонтанних рішень, на які впливають смертельні загрози та невизначеність майбутнього» [1]. Ментальні установки – це певні психологічні стани, переконання чи стратегії мислення, які формуються внаслідок особистого досвіду, соціальних впливів або культурних норм. На їх вигляд впливає виховання та соціокультурний контекст, спосіб сприйняття світу, прийняття рішень та поведінка особистості, зокрема у сфері праці та фінансів [2]. Провідним аспектом інтеграції жінок у нове соціокультурне середовище виступає їхня економічна активність – участь у трудовій сфері, підприємництво, фінансова незалежність. Саме ментальні установки стають психологічною передумовою фінансової активності, зокрема як показник успішності жінки. Установки типу «гроші – це небезпека», «жінка не повинна заробляти більше за чоловіка» чи «успіх – це лише чоловіча справа» значною мірою обмежують особистісну та економічну реалізацію [3].

Глибинні інтерв'ю з жінками-мігрантками дозволили розкрити зміст та особливості формування ментальних установок, оцінити роль у процесі прийняття економічних рішень. Дослідження виявило значущий вплив ментальних установок, таких як віра у власні сили, готовність до ризику та орієнтація на досягнення, на рівень економічної активності цих жінок. Усвідомлення установок, пов'язаних з гендерними стереотипами та фінансовою незалежністю жінок, сприятиме їхній успішній економічній інтеграції в новому суспільстві. Отримані результати матимуть практичне значення для розробки психологічних програм підтримки жінок-мігранток, спрямованих на підвищення їх економічної самостійності.

Література:

1. Коркіна, С. М. (2025). Особливості самовизначення української жінки в умовах вимушеної міграції (на прикладі Бельгії).

2. Dweck, C. S. (2006). *Mindset: The new psychology of success*. Random House.

3. Клименко, Н.Г. (2023). Особистісні стилі поведінки жінок та їх зв'язок з типами грошових переконань та поведінки, грошовими й соціальнопсихологічними установками. Організаційна психологія. Економічна психологія, 4 (30), 96-111.

ПРОБЛЕМАТИКА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В СТАНДАРТАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЯК КРИТЕРІЙ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЇЇ ЯКОСТІ

Тищук О.М, Мороз В.М.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

За дослідженнями фахівців Світового економічного форуму серед так званих ТОП-10 найбільш затребуваних роботодавцями у 2025 році компетенцій, є у тому числі й ті з них, які апелюють до проблематики інформаційних технології, а саме – «використання, моніторинг і контроль технологій» та «проектування технологій та програмування». Окремі з питань цієї проблематики набули свого розвитку у межах наших попередніх публікаціях [1, 2], а отже сьогодні ми зосередимось на з'ясуванні рівня фокусування змісту одного з стандартів вищої освіти на формуванні пов'язаних з інформаційними технологіями компетентностей.

Нами було проведено контент-аналіз змісту стандарту вищої освіти затвердженого для бакалаврського рівня за спеціальністю «Публічне управління та адміністрування» щодо його фокусуванні на проблематиці інформаційних технологій. Контент-аналіз було зосереджено на тій частині стандарту, яка формулює (встановлює): загальні компетенції; спеціальні компетенції та результати навчання. За результатами проведеного контент-аналізу можемо сформулювати такі узагальнення: 1) у межах загальних компетентностей Стандарту проблематика інформаційних технологій представлена в одному з тринадцяти тверджень на опосередкованому рівні своєї актуалізації (умовна частка представництва проблематики дорівнює вісім відсотків); 2) у межах спеціальних (фахових, предметних) компетентностей Стандарту проблематика інформаційних технологій представлена в чотирьох з одинадцяти тверджень на опосередкованому рівні (умовна частка представництва проблематики дорівнює тридцяти шести відсоткам); 3) у межах результатів навчання Стандарту проблематика інформаційних технологій представлена в трьох з шістнадцяти тверджень на опосередкованому рівні своєї актуалізації (умовна частка представництва проблематики дорівнює дев'ятнадцяти відсоткам).

Вище наведене свідчить про те, що проблематика інформаційних технологій, попри всю свою значущість для майбутнього фахівця, не достатньо актуалізована у змісті стандарту вищої освіти бакалаврського рівня за спеціальністю «Публічне управління та адміністрування».

Література:

1. Мороз В.М., Тищук О.М., Мороз О.В., Мороз С.А. Якість вищої освіти як об'єкт публічного управління: обгрунтування та особливості актуалізації. *Вісник НУЦЗ України. Серія: Державне управління*. 2024. №1. С. 281-295.

2. Тищук О.М., Мороз О.В. Публічне управління забезпеченням якості вищої освіти в Україні: актуальність проблематики щодо норм програмних документів міжнародного рівня та міжнародних зобов'язань України. *Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Актуальні проблеми розвитку українського суспільства*. 2024. №1. С. 83-88.

РОЛЬ САМООЦІНКИ У ФОРМУВАННІ ЛІДЕРСЬКИХ ЯКОСТЕЙ МАЙБУТНІХ ПСИХОЛОГІВ

Хазієв А.В.
Національний технічний унівесритет «Харківський полтіехнічний інститут», Харків

Самооцінка відіграє важливу роль у формуванні лідерських якостей майбутніх психологів у закладах вищої освіти. «Лідерство як соціально-психологічний феномен є індикатором ефективності підготовки майбутнього фахівця в закладах вищої освіти» [4, с. 92]. «Самооцінка може бути високою і низькою, розрізнятися за ступенем сталості, самостійності, критичності. Психологічні дослідження переконливо доводять, що особливості самооцінки впливають і на емоційний стан, і на ступінь задоволеності своєю роботою, навчанням, життям, і на відносини з оточенням» [1, с. 92]. Формування самооцінки у майбутніх психологів відбувається поступово, курс за курсом майбутні психологи оволодівають знаннями, уміннями, навичками, що сприяють підвищенню їх самооцінки, допомагають долати труднощі у навчанні, роблять навчання цікавим, насиченим, відкривають широкі горизонти до самонавчання, саморозвитку, самовдосконалення, сприяють розвитку стратегічного мислення, впливають на прагнення стати лідерами у професійному й особистому житті. У своєму дослідженні Т. Іванова та А. Песоцька звертають увагу на те, що «студентський вік – це період інтенсивного особистісного розвитку та формування ідентичності, що може впливати на взаємозв'язок між самооцінкою та лідерськими якостями» [3, с. 56]. «Для лідера характерні такі якості, як переважання мотивації й досягнення успіху, самостійність, відповідальність, сміливість, адекватна самооцінка, розвинене почуття власної гідності, швидкість реакції, здатність аналізувати ситуацію і знаходити потрібну інформацію, справлятися з невдачами, евристичний стиль мислення, схильність до передбачення подій, компетентність (досконале знання своєї справи), уміння зрозуміти особливості психології людей, комунікабельність тощо» [4, с. 92]. Як стверджує Даніїл Дуйловський, «Лідерство – це навичка, яку можна набути», а ініціативність, усвідомлення мети, комунікабельність, дисциплінованість, відповідальність, багатофункціональність, довіра – найкращі поради для розвитку лідерських якостей» [2]. А роль самооцінки у цьому процесі є неоціненною.

Література:

1. Грень Л.М. Педагогічні умови формування у студентів вищих технічних навчальних закладів спрямованості на успішну професійну діяльність: дис. канд. пед. наук – 13.00.04. Харків. 2010. 223 с.

2. Дуйловський Даніїл. Як розвивати лідерські якості? URL: https://stud-point.com/blog/self-development-and-motivation/yak-rozvyvaty-liderski-iakosti/

3. Іванова Т.В., Песоцька А.В. Взаємозв'язок між самооцінкою та лідерськими якостями у студентів. Габітус. Вип. 64. 2024. С. 54-59.

4. Луценко Б.В. Природа і сутність лідерських якостей. *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах.* 2020, № 68, Т. 1. С. 90-93.

ПОВЕДІНКОВА ГНУЧКІСТЬ ІТ-КОМАНДИ В ОРГАНІЗАЦІЙНОМУ КОНТЕКСТІ

Шуба І.В.
Національний технічний унівесритет «Харківський полтіехнічний інститут», Харків

У сучасному ІТ-середовищі, яке характеризується швидкоплинними змінами, високим рівнем невизначеності та постійною адаптацією до нових технологічних вимог, ключового значення набуває поведінкова гнучкість як критично важлива компетенція не лише окремих фахівців, а й цілих команд. Здатність ІТ-команди оперативно змінювати поведінкові стратегії взаємодії, стилі комунікації та прийняття рішень в організаційному контексті безпосередньо впливає на ефективність виконання проєктів, рівень задоволеності учасників і стійкість до стресу. Тому дослідження поведінкової гнучкості команд набуває особливої актуальності для підвищення якості управління в ІТ-проєктах.

Адаптивність команди в ІТ є багатовимірним конструктом, що охоплює не лише здатність реагувати на негайні зміни, але й спроможність до довгострокової стратегічної еволюції та внутрішніх організаційних коригувань. Це свідчить про те, що сприяння адаптивності вимагає уваги до різних аспектів функціонування команди та організаційного дизайну. Психологічний контекст поведінкової гнучкості, як правило, зосереджується на внутрішніх когнітивних та поведінкових механізмах, які забезпечують адаптацію, тоді як організаційний підкреслює зовнішній прояв цієї гнучкості у відповідь на умови роботи в колективі, стиль лідерства, рівень напруженості тощо.

Поведінкова гнучкість в організаційному контексті формується під впливом цілого комплексу внутрішніх і зовнішніх чинників. Одним із ключових є стиль лідерства: гнучкий, підтримуючий лідер заохочує до експериментів, самовираження і адаптивної поведінки, тоді як авторитарний стиль може навпаки пригнічувати ініціативу. Важливу роль відіграє організаційна культура – у середовищі, де цінується навчання, відкритість до змін і постійний зворотний зв'язок, гнучкість має шанс розвиватися природно. У таких компаніях члени ІТ- команди відчувають себе в безпеці, щоб адаптуватися, пропонувати нові ідеї або змінювати підхід до виконання завдань. Також на гнучкість впливають структура комунікації в команді, автономія учасників, рівень стресу та методології управління. Agile-практики, часті ретроспективи, адаптивне планування – усе це створює контекст, у якому поведінкова гнучкість не просто необхідна, а й активно формується. Якщо ж процеси надто регламентовані або комунікація заблокована, учасники команди можуть втратити здатність до швидкої адаптації. Зрештою, поведінкова гнучкість – це результат взаємодії особистих установок і зовнішніх умов: від культури організації до конкретних викликів проєктного середовища.

Таким чином, розвиток поведінкової гнучкості в ІТ-командах є складним поєднанням організаційних факторів, практик лідерства, методологій управління проєктами та особистісних характеристик окремих працівників.

LEVERAGING YOUTUBE IN ONLINE PEDAGOGY: ENHANCING ENVIRONMENTAL MANAGEMENT COMPETENCIES FOR INTERNATIONAL STUDENTS

Khrypunova A.L., Dobrozhan A.I., Vorobieva E.V.
National Technical University
«Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

In the context of online learning formats for foreign students, using digital resources during lectures and practical sessions is a key factor in developing their competencies in environmental management. As an educational platform, YouTube provides a wide range of materials that help foreign students acquire up-to-date knowledge, improve language skills, and expand technical vocabulary. Students must understand modern environmental standards, international legal frameworks, and ethical approaches to environmental management, which vary depending on governmental policies and economic factors across regions.

YouTube hosts authoritative sources that address environmental issues from diverse perspectives. The European Environment Agency channel shares information on European environmental policies and initiatives, including analyses of reducing industrial emissions and adapting to climate change. The Conservation International channel focuses on biodiversity, natural resource conservation, and global sustainable development programs. The UN Environment Programme highlights contemporary environmental challenges, such as land degradation, water crises, and the health impacts of pollution, while offering solutions proposed by scientists and activists. Earthjustice examines legal aspects of environmental protection, emphasizing litigation for ecological justice. Environment Agency TV explores industrial environmental management and sustainable practices. Access to these channels enables students to deepen their understanding of modern environmental challenges and solutions.

The integration of artificial intelligence (AI) technologies enhances learning efficiency. Automated video transcription, thematic glossary creation, and rapid information retrieval tools help students build a structured understanding of environmental management. Consequently, digital resources like YouTube and AI facilitate a deeper grasp of international environmental standards and their practical application. This prepares future professionals to address global challenges and implement effective environmental initiatives in their home countries.

During visualization-based lectures, we actively utilize YouTube's capabilities. Additionally, we have developed methodological guidelines for practical and laboratory assignments using content from various YouTube channels. A comparative pedagogical experiment revealed that the proportion of students with a high level of competence in environmental management increased by 24%, while the proportion with a low level decreased by 32%.

PSYCHOLOGICAL ASPECTS OF WOMEN'S SELF-REALIZATION DURING THE POSTPARTUM ADAPTATION PERIOD

Komirna O.A.

Bohdan Khmelnytsky National University of Cherkasy, Cherkasy

The postpartum period is a complex stage of psycho-emotional adjustment, marked by physiological, cognitive, and social changes. Women face significant challenges that affect their self-esteem, identity, and sense of personal fulfillment. Self-realization can serve as a stabilizing factor, reducing the risk of postpartum depression and supporting a woman's smooth transition into the role of motherhood.

To examine the role of readiness for self-realization during postpartum adaptation and to identify key psychological factors that support mental well-being in this period.

The study is based on theoretical analysis and empirical data gathered through a survey of women in the postpartum period (n = 50).

According to the data, 76% of respondents stated that the feeling of self-realization positively influences their emotional state. Women who retain professional identity, receive partner support, or have access to education or creative activities report lower levels of anxiety and depressive symptoms. In contrast, major barriers to self-realization include chronic fatigue, lack of support, and time constraints.

Self-realization in the postpartum period is an essential psychological resource that helps women maintain identity, autonomy, and emotional stability. Psychological support for mothers should be focused not only on caregiving challenges but also on personal growth and self-expression.

References:

1. Klymchuk, S. V. (2020). Psychological Features of Maternal Identity Formation in the Context of Women's Self-Realization. Scientific Notes of NaUKMA. Psychology and Pedagogy, (2), 35–41.

2. Sorokina, T. (2021). Psychological Readiness for Motherhood: Cognitive and Emotional Aspects. Collected Scientific Works of Borys Grinchenko Kyiv University, (45), 62–68.

HISTORICAL DEVELOPMENT OF PEDAGOGICAL CULTURE IN UKRAINE

Lapuzina Olena
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

The need to pass on valuable experience of personality formation to the younger generation arose in ancient times, which became a prerequisite for the emergence of the first elements of pedagogy. Pedagogical knowledge was accumulated in the form of conclusions, advice and recommendations, preserved in folk customs, rituals, traditions and folklore. The first attempts to generalize educational experience and isolate theoretical principles of education appeared in the most developed civilizations of the ancient world - China, India, Egypt and Greece. Since in those days' philosophy united all knowledge about nature, man and society, the first pedagogical concepts were formed precisely within its framework. The cradle of European education systems was ancient Greek philosophy. Outstanding thinkers – Democritus (460–370 BC), Socrates (469–399 BC), Plato (427–347 BC), Aristotle (384–322 BC) – left a significant contribution to understanding the process of education and personality formation. At the current stage of development and reform of society, the concept of "pedagogy" is interpreted as the science of upbringing, education, training and development of the human personality throughout life. Modern pedagogy is a multifaceted science, the theoretical foundations of which determine the practice of teaching, upbringing and management of education, contributing to its modernization and reform. In its development, pedagogy has gone through the following stages: folk pedagogy – spiritual pedagogy – secular pedagogy. The subject of the history of pedagogy is the process of the emergence, formation and evolution of the main pedagogical categories: teaching, education, upbringing, as well as the development of pedagogical systems, concepts and unique experience of educational and educational practice. The history of Ukrainian pedagogy is the science of the development of education, school and pedagogical thought in Ukraine in its various historical periods. Its subject is the emergence and development of the Ukrainian family, family education, folk pedagogy and ethno pedagogy, scientific pedagogical theory and practice, educational and educational work of cultural and educational institutions of all levels in Ukraine from ancient times to the present day. Pedagogical culture is a set of values, norms, traditions and professional competencies that are formed in society and determine the level of development of pedagogical activity. It includes the culture of communication between teachers and students, professional ethics, pedagogical skills, attitude to education, educational traditions of different historical periods. Pedagogical culture is part of pedagogy, but includes not only knowledge, but also moral and ethical, aesthetic and spiritual aspects of education. The history of pedagogical culture is the process of development of educational and educational traditions, norms, values and pedagogical skills in different historical periods. It covers the formation of pedagogical ideas, methods of teaching and education, the evolution of education and the role of the teacher in society. The development of Ukrainian pedagogical culture was the most active and fruitful during the periods of the rise of the national spirit and the formation of statehood. In its historical progress, it went through several important stages: the pre-Christian period, the era of Kyivan Rus, the Cossack era (Cossack pedagogy), the period of the existence of the UNR and the Hetmanate of P. Skoropadsky, as well as the stage of the formation of independent Ukraine.

СЕКЦІЯ 8
СОЦІАЛЬНО-ГУМАНІТАРНІ ТЕХНОЛОГІЇ

8.3 АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ ІНФОРМАЦІЙНОГО СУСПІЛЬСТВА В УКРАЇНІ

AI-BASED SPEAKING SKILLS ASSESSMENT AMONG ESL STUDENTS

Akopiants N.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

The advancement of AI and its application to ESL students' assessment has recently become a relevant topic among educators and sparked debates about its effectiveness compared to traditional human-led assessment [1,2]. As a result, an initial experiment in the row of future prospective experiments in the area of speaking competence was conducted within the scope of Scientific and Methodological Laboratory at Business Foreign Languages and Translation Department in NTU "KhPI". The research is focused on the efficiency of the role of AI as a facilitator in assessing and improving students' speaking skills. The obtained results prompted us to conduct further comparative analysis regarding the accuracy and effectiveness of assessment performed by a human teacher versus AI-driven software.

The experiment was performed on the AI-powered platform smalltalk2me, which is designed to be a simulator to self-practice. Fifteen second- and third-year students majoring in Translation at Business Foreign Languages and Translation Department in NTU "KhPI" agreed to participate in an experiment where their English-speaking skills are assessed by artificial intelligence on this platform. The recorded respondents' answers and their AI-based feedback became the focus of this research. The obtained data were collected and subsequently analyzed. Smalltalk2me AI-driven software estimated the English speaking level based on five criteria: pronunciation, grammar, fluency, vocabulary, and interaction.

To conclude, the agreement between human and AI assessments reveals how often AI gives the same rating as a human for a particular skill. In this case, agreement was calculated as the percentage of students for whom AI assigned the exact same level as the human evaluator. Calculations show that the agreement between human and AI assessments varies across categories:

- **Interaction (37.5%)** has the highest agreement.
- **Grammar, Fluency, and Vocabulary (25%)** show moderate agreement.
- **Pronunciation (18.75%)** and **Overall Level (12.5%)** have the lowest agreement.

This suggests that AI mostly struggles with assessing **overall speaking level** and **pronunciation**, while it performs relatively better in evaluating **interaction skills.**

References:

1. M. Zhu, and Chaoran Wang, A Systematic Review of Artificial Intelligence in Language Education from 2013 to 2023: Current Status and Future Implications. Preprint, Posted: 4 Jan 2024. http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4684304. URL: https://ssrn.com/abstract=4684304

2. T. H. B. Nguyen, and T. D. H. Tran, Exploring the Efficacy of ChatGPTin Language Teaching, AsiaCALL Online Journal, 14(2), 2023, pp. 156–167. DOI: https://doi.org/10.54855/acoj.2314210

ON HUMAN-COMPUTER RELATIONSHIP IN TEACHING FOREIGN LANGUAGES

Badan A.A.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

As is widely known from the recent investigations in the domain of blended technologies for teaching foreign languages via AI-based platforms over the last decade, there has been a noticeable shift in human-computer relationship towards speaking generation and assessment. These fields are viewed as subtler and more intangible in contrast to writing and grammar training, which became a widespread subject of using AI even in the 2020s.

The most common categories based on AI assessment have been Vocabulary, Grammar, Interaction, and Overall Level, while Speech Generation, Fluency and Pronunciation are still a barren land in terms of blended technologies, those developed by AI and their inevitable counterparts human experts. Most authors stress the subjective nature and their intangible character that explains their comparatively late penetration into foreign language acquisition [1].

It's quite evident that for AI tools the above-mentioned categories are harder to grasp due to their subjective nature and other sidetracks like intercultural interpersonal communication, especially in the most recent bias towards ecolinguistic perspective. This multifaceted nature of Speech Generation and Pronunciation Assessment has revealed noticeable discrepancies in their assessment by AI and human experts.

Thus, major revelations lied in overestimation and underestimation by AI of students' performance in different proficiency levels. Lower levels, A1, B1 and B2were slightly overestimated, whereas the higher levels, in contrast, tended to be underestimated. One of the tentative explanations of this fact might be that AI predominantly focuses on high proficiency speech generation, and, accordingly, puts higher requirements these levels.

With time and new AI developments it's becoming more and more evident that further strengthening of human-machine partnership is inevitable, since every consecutive phase in AI advancement is highly dependent on other intangible sidetracks of communication, like social linguistics, psycholinguistics, and, more recently, ecolinguistics. Anyhow, all of the recent advancements in this area confirmed the need to be integrated with the efforts of human experts.

References:

1. Hansol Lee, Jang Ho Lee, The effects of AI-guided individualized language learning: A meta-analysis, Language Learning & Technology, Volume 28, Issue 2, June 2024, 134–162

FEATURES OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLICATION IN THE FIELD OF TRANSLATION

Badan A.A., Barankova Y.S.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Artificial intelligence is increasingly used in translation, changing both the nature of linguistic work and the structure of the professional environment. Neural machine translation systems, such as Google Translate and DeepL, offer fast multilingual communication and are widely supported by CAT tools like SDL Trados and MemoQ, which enhance translation memory, terminology alignment, and consistency across texts. AI-driven assistants such as Grammarly and LanguageTool help refine grammar and stylistic tone, and real-time speech translation tools are becoming essential in international business and digital media.

Innovative technologies also extend to dubbing and voiceover automation, enabling rapid multilingual adaptation of video content without traditional voice actors. Solutions such as EzDubs illustrate the growing relevance of AI in audiovisual translation. These systems, while effective, still struggle with cultural context, emotional tone, and idiomatic expressions, highlighting the limits of full automation. The use of copyrighted content for AI training and the ethical implications of synthetic voices raise further concerns, especially as these systems become more integrated into public communication.

Despite their limitations, AI tools support productivity and improve access to global communication, but they also reshape the translator's role. Specialists increasingly focus on post-editing, cultural adaptation, and maintaining the integrity of meaning across languages. The future of translation lies in a balanced collaboration between human expertise and artificial intelligence, where technology enhances human contribution without replacing it.

References:

1. Doherty S., The impact of translation technologies on the process and product of translation, International Journal of Communication, pp. 8-9, 2016. URL: https://ijoc.org/index.php/ijoc/article/viewFile/3499/1573

2. Alvarez-Vidal S., Oliver A., Assessing MT with measures of PE effort, Universitat Oberta de Catalunya. URL: https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/150071/1/Assessing_MT_with_measures_of_PE_effort.pdf

DESIGNING LISTENING COMPREHENSION TASKS USING NOTEBOOKLM IN EFL CONTEXTS

Kotov M.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Integration of AI-based tools into language education offers promising avenues for enhancing key skills such as listening comprehension. Among these tools, NotebookLM, a Google Labs AI-powered platform, presents unique opportunities for creating effective and personalized listening tasks for learners of English as a foreign language (ELF). This abstract explores how NotebookLM can help educators create customized and contextually relevant materials to develop students' listening comprehension skills.

NotebookLM allows users to upload audio transcripts, lecture notes, articles, and multimedia content, which the AI can then analyze and transform into guided questions, summaries, and discussion prompts. By aligning AI-generated tasks with the learners' proficiency levels and interests, instructors can scaffold listening activities with pre-listening vocabulary support, comprehension checks, and post-listening reflections.

To create tasks that enhance students' listening comprehension skills, the following steps are recommended:

1. Select an audio source appropriate for your learner's level. Ensure it has a transcript or generate one using transcription tools (e.g., Google Docs voice typing or a third-party AI transcription service).
2. Upload your materials, including the transcript, background readings, and vocabulary lists, to NotebookLM.
3. Prompt NotebookLM to generate *pre-listening questions* (e.g., "What do you already know about the topic?"), *while-listening comprehension questions* (multiple choice, true/false, short answer), and *post-listening discussion prompts*. Here, you can prompt to generate questions with simpler vocabulary or more challenging inference-based queries, depending on your students' language level.
4. Review the AI-generated content and revise as necessary.
5. Distribute the task using your preferred platform (e.g., a learning management system, Google Workspace or Microsoft 365 tools).
6. Evaluate student responses to adapt the difficulty of materials for future lessons. You can also upload the results to NotebookLM and use AI assistance to analyze performance.

To summarize, NotebookLM exemplifies how AI tools can reshape language education by supporting the creation of efficient, adaptive, and learner-centered listening comprehension tasks tailored to individual needs and evolving educational contexts.

TEACHING TECHNICAL COMMUNICATION AS KEY ELEMENT IN FORMING FOREIGN LANGUAGE COMMUNICATIVE COMPETENCE

Kotov M.[1] **Kotova I.**[2]
[1]*National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv*
[2]*Fulcrum Software, Kharkiv*

Foreign language communicative competence is understood as the ability and readiness to effectively communicate in a foreign language [1]. According to M. Canale, foreign language communicative competence includes grammatical (knowledge of the language), sociolinguistic (ability to use the language appropriately in different situations), discursive (ability to communicate coherently), and strategic (using verbal and non-verbal means to overcome communication breakdowns) competences [2].

Technical communication, in turn, focuses on conveying complex information clearly and concisely. This is an essential skill for effective communication in any language, particularly in a professional foreign language context.

Teaching technical communication in English enhances all the key components of the foreign language communicative competence:

- Grammatical competence: technical communication requires mastering field-specific terms, enhancing learners' ability to accurately discuss technical topics, and broadening their overall language skills.
- Sociolinguistic competence: training in technical communication helps students understand the professional norms of English-speaking technical fields, such as formality, directness, and appropriate levels of detail.
- Discursive competence: students develop the ability to create clear and structured texts – such as reports, instructions, and presentations – by studying how these are written in English.
- Strategic competence: students acquire strategies for ensuring clarity, resolving misunderstandings, and managing communication issues when conveying technical information in English.

To summarize, training in technical communication in English helps develop essential language and communication skills and strengthen overall communicative competence.

References:

1. Кухта І.В. Іншомовна компетентність у контексті формування комунікативної культури студентів у процесі вивчення іноземної мови. *Вісник Вінницького політехнічного інституту.* 2008. №4. С. 27–32.

2. Canale M. From Communicative Competence to Communicative Language Pedagogy. *Language and Communication* / Richards J. & Schmidt R., (eds.) London, 1983. P. 2–27.

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В МЕХАНІЧНІЙ ІНЖЕНЕРІЇ

Бабкова Н.В., Кочуєва З.А.,
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасному світі штучний інтелект (ШІ) стає ключовим фактором трансформації різних галузей, зокрема механічної інженерії та транспорту. Інтеграція ШІ в ці сфери відкриває нові можливості для підвищення ефективності, безпеки та сталого розвитку. Застосування ШІ в механічній інженерії та транспорті передбачається в багатьох напрямках, з яких можна виокремити наступні основні напрямки:

1) прогнозне обслуговування – ШІ дозволяє впроваджувати системи прогнозного обслуговування, які аналізують дані з сенсорів для передбачення можливих відмов обладнання. Це сприяє зниженню витрат на ремонт та підвищенню надійності систем.

2) оптимізація дизайну – застосування алгоритмів машинного навчання дозволяє автоматизувати процес оптимізації дизайну механічних компонентів, враховуючи множинні параметри та обмеження. Це призводить до створення більш ефективних та економічних рішень.

3) контроль якості – ШІ-технології, зокрема комп'ютерний зір, використовуються для автоматичного виявлення дефектів у виробничих процесах, що забезпечує високий рівень якості продукції.

4) інтелектуальні транспортні системи (ITS) – ШІ відіграє важливу роль у розвитку ITS, забезпечуючи оптимізацію трафіку, управління сигналами світлофорів та прогнозування заторів. Особливо перспективним є використання графових нейронних мереж для моделювання складних транспортних мереж.

5) генеративний ШІ у транспортному плануванні використовуються для симуляції транспортних сценаріїв, що дозволяє ефективніше планувати інфраструктурні проєкти та оцінювати вплив різних факторів на транспортні системи.

При використанні ШІ потрібно передбачити можливість інтеграції з існуючими системами, забезпечити безпеку та надійність, прозорість та пояснюваність, захист даних, масштабованість.

Штучний інтелект має значний потенціал для трансформації механічної інженерії та транспортної галузі. Його застосування сприяє підвищенню ефективності, безпеки та сталого розвитку. Однак для повноцінної реалізації цього потенціалу необхідно враховувати вимоги до нових розробок, забезпечуючи їх інтеграцію, надійність та етичність.

АНАЛІЗ ВИМОГ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ПЛАТФОРМИ ВИВЧЕННЯ ІНОЗЕМНОЇ МОВИ НА ОСНОВІ ІСНУЮЧИХ ВЕБ-ДОДАТКІВ

Бабкова Н.В., Лященко Д. О.,
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасному світі знання англійської мови є необхідністю для особистого та професійного розвитку. Завдяки розвитку технологій, з'явилися численні онлайн-платформи для вивчення англійської мови, які пропонують різноманітні методики та інструменти навчання. Однак, ефективність цих платформ залежить від їх здатності адаптуватися до потреб користувачів та використовувати сучасні технології.

До основних платформ вивчення англійської мови відносять, в першу чергу, Duolingo, що стала однією з найпопулярніших платформ для вивчення мов, яка використовує гейміфікацію для залучення користувачів. Завдяки яскравому дизайну, системі балів та нагород, користувачі мотивовані до регулярного навчання. Платформа також інтегрує штучний інтелект для персоналізації навчального процесу та пропонує функції для покращення взаємодії з користувачами. Друге місце за популярністю посідає Babbel, що фокусується на практичному використанні мови, пропонує заняття, які спрямовані на розвиток розмовних навичок. Кожен курс створюється мовними експертами та адаптується до рідної мови користувача, що забезпечує ефективність навчання. На основі аналізу існуючих платформ та сучасних тенденцій, можна визначити наступні вимоги до створення ефективної інтерактивної платформи для вивчення англійської мови:

1. Персоналізація навчання – платформа має адаптуватися до рівня знань, цілей та стилю навчання кожного користувача.
2. Інтерактивність та гейміфікація, при цьому використання гейміфікації повинно бути збалансованим, щоб не відволікати від основної мети навчання.
3. Практична спрямованість – заняття мають бути орієнтовані на розвиток навичок, які необхідних у реальних ситуаціях, таких як подорожі, робота або навчання.
4. Доступність та зручність – платформа повинна бути доступною на різних пристроях, мати інтуїтивно зрозумілий інтерфейс та підтримувати офлайн-режим для зручності користувачів.
5. Аналітика навчання – збір та аналіз даних про прогрес користувачів для подальшого вдосконалення платформи та вдалої персоналізації для кожного конкретного користувача.

Таким чином, створення ефективної інтерактивної платформи для вивчення англійської мови вимагає глибокого аналізу потреб користувачів та інтеграції сучасних технологій. Враховуючи досвід існуючих платформ, таких як Duolingo, Babbel та Rosetta Stone, можна розробити продукт, який поєднує персоналізацію, гейміфікацію та практичну орієнтацію, забезпечуючи ефективне та захоплююче навчання для користувачів.

ЗАХИСТ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В УКРАЇНІ

Гаєвая О. В., Шеянова Е. Д.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Штучний інтелект (ШІ) стрімко входить у всі сфери життя. Системи ШІ здатні створювати об'єкти, які зазвичай вважалися результатом людської творчості. Відповідно до статті 8 Закону України «Про авторське право і суміжні права», автором твору визнається фізична особа, яка його створила. Тобто, якщо твір був згенерований автономною системою без безпосередньої участі людини, виникає юридична прогалина: ні сам ШІ, ні його алгоритм не можуть бути носієм авторських прав. Згідно зі статтею 14 того ж Закону, авторське право може належати особам, які контролюють або використовують відповідне програмне забезпечення. Варто зазначити, що українське законодавство дозволяє передавати право на використання твору за допомогою ліцензійних угод. Отже, навіть якщо результат створено автоматично, юридичні механізми для розпорядження такими творами все ж існують. Проте вони не вирішують головного питання – кому першочергово належить авторське право. Завдяки можливостям алгоритмів ШІ можна генерувати інноваційні технічні рішення, які за своєю складністю та новизною відповідають критеріям патентоздатності. Чинне законодавство України, зокрема Закон «Про охорону прав на винаходи і корисні моделі», допускає можливість патентування результатів, створених із використанням технологій ШІ. При цьому подача заявки на патент здійснюється за загальними правилами, як і для будь-якого іншого винаходу. Однак саме визначення, хто є винахідником, у випадках, коли ШІ працює автономно, залишається неврегульованим. На сьогодні закон не визнає штучний інтелект суб'єктом права, тому він не може бути вказаний як автор чи винахідник. У таких ситуаціях право на патент, як правило, отримує розробник програмного забезпечення або компанія, яка володіє ШІ. Законодавство України поки що не враховує специфіки функціонування ШІ як автономної системи. Через це виникає правова невизначеність щодо результатів діяльності таких систем – особливо коли йдеться про право інтелектуальної власності на складні технічні рішення або художні твори. Очевидно, що у сфері охорони прав на результати, створені за участі ШІ, Україні необхідна законодавча реформа.

Європейський Союз, а також США розглядають можливість внесення змін до законодавства, щоб врахувати особливості авторства у випадках, коли створення результату стало можливим завдяки штучному інтелекту. У деяких країнах обговорюється навіть ідея визнання ШІ як суб'єкта права, що відкриває нову сторінку в правовій теорії.

Україна має шанс скористатися цим досвідом і адаптувати кращі міжнародні практики до власного правового поля. Це дозволить не лише узгодити національні норми з глобальними тенденціями, а й забезпечити більш надійний захист прав на результати діяльності в умовах цифрової епохи.

ПРАВОВЕ РЕГУЛЮВАННЯ У СФЕРІ IT-РЕКРУТИНГУ

Гаряєва Г. М., Куценко С.О., Сапожников І. В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Стрімке зростання IT-індустрії в Україні зумовлює необхідність ефективного правового регулювання процесу залучення кваліфікованих спеціалістів. Сфера IT-рекрутингу має свої особливості, зумовлені глобальним характером пошуку талантів, поширеністю дистанційної роботи та важливістю спеціалізованих знань і питань інтелектуальної власності. У зв'язку з цим постає необхідність аналізу чинної правової бази, що регулює цю сферу в Україні.

Основні аспекти найму IT-спеціалістів регулюються Кодексом законів про працю України (КЗпП). Трудовий договір є основною формою оформлення відносин, найчастіше у письмовій формі через специфіку галузі. Застосовуються безстрокові, строкові договори та контракти. При укладенні трудового договору працівник зобов'язаний надати роботодавцю певний перелік документів, включаючи паспорт або інший документ, що посвідчує особу, реєстраційний номер облікової картки платника податків (РНОКПП) та трудову книжку (за наявності) або відомості про трудову діяльність з реєстру застрахованих осіб Державного реєстру загальнообов'язкового державного соціального страхування. Ці вимоги є універсальними та поширюються на всіх працівників, включаючи IT-спеціалістів.

Розвиток IT-сектору в Україні призвів до зростання популярності дистанційної роботи. Законодавство України визначає дистанційну роботу як форму організації праці, за якої працівник виконує роботу поза робочими приміщеннями чи територією роботодавця, використовуючи інформаційно-комунікаційні технології. Для оцінки відповідності може встановлюватися випробувальний термін до трьох місяців.

Закон України «Про захист персональних даних» № 2297-VI регулює збір, обробку та зберігання інформації про кандидатів. Ключовими є принципи законності, добросовісності та отримання згоди суб'єкта на обробку даних. Кандидати мають права на доступ, виправлення, видалення та інші дії зі своїми даними. Рекрутери повинні забезпечувати захист цих даних та дотримуватися термінів зберігання. Законодавство про захист персональних даних, таке як GDPR в Європейському Союзі, має значний вплив на процеси міжнародного IT-рекрутингу, встановлюючи високі стандарти щодо збору, обробки та зберігання персональних даних кандидатів. Порушення законодавства про захист персональних даних може призвести до адміністративної та кримінальної відповідальності.

Правове регулювання IT-рекрутингу в Україні є складною та багатогранною сферою, що охоплює норми трудового, цивільного права, законодавства про захист персональних даних та інтелектуальну власність, а також спеціальні режими, такі як «Дія Сіті».

РОЗПІЗНАВАННЯ ІНТЕНЦІЇ У КОРОТКИХ ПОВІДОМЛЕННЯХ

Донець Є.Є., Кочуєва З.А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Актуальність розпізнавання інтенції в коротких текстових повідомленнях зростає у зв'язку з розвитком технологій автоматизації обробки тексту, особливо в сервісах підтримки клієнтів. Метою нашого дослідження є розробка системи автоматичної класифікації повідомлень за категоріями інтенцій (запит, скарга, подяка тощо) з використанням методів обробки природної мови та машинного навчання.

Наше дослідження спрямоване на створення веб-застосунку, що дозволяє користувачам надсилати текстові повідомлення, а система автоматично класифікує їх за допомогою моделі штучного інтелекту. Класифікація здійснюватиметься за допомогою глибоких нейронних мереж, навчених на корпусі текстів. Для реалізації серверної частини застосовуватимуться Python та Flask, а для обробки тексту – бібліотеки spaCy та NLTK. Крім того, система передбачає інтеграцію з базою даних для збереження повідомлень та результатів їх класифікації.

Для демонстрації роботи системи розглянемо приклад: користувач надсилає скаргу "Не отримав товар вчасно". Модель класифікує це повідомлення як скаргу, спрямовуючи його до відповідного фахівця. Повідомлення типу "Дякую за швидку доставку!" буде класифіковане як подяка, що дасть змогу надати позитивну відповідь.

Розпізнавання інтенції є важливим кроком в автоматизації обробки текстових звернень. Воно дозволяє швидко направляти повідомлення до відповідних фахівців або автоматичних систем. Це значно підвищує ефективність роботи служб підтримки, зменшує навантаження на персонал і покращує взаємодію з клієнтами. Застосування глибоких нейронних мереж дає змогу точніше класифікувати повідомлення порівняно з простими алгоритмами.

Література:

1. Innovatiana. *Intent Classification for AI: The Key to Human Interaction* [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://en.innovatiana.com/post/intent-classification-for-ai (дата звернення 21.04.25)

2. Goldberg Y. *Neural Network Methods for Natural Language Processing.* – Morgan & Claypool Publishers, 2017.

3. Bird S., Klein E., Loper E. *Natural Language Processing with Python.* – O'Reilly Media, 2009.

ФЕЙКОВІ НОВИНИ В ЕПОХУ ШІ: РИЗИКИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ВИКОРИСТАННЯ

Лубенець Є.О., Хайрова Н.Ф.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Наше дослідження спрямоване на створення синтетичного датасету фейкових/правдивих новин за допомогою генеративного штучного інтелекту та їх класифікації з використанням методів машинного навчання. Останнім часом ШІ-моделі такі як GPT, Bard, Lama здатні генерувати текст високої якості, що сприяє автоматизації, але й збільшує ризики поширення фейкових новин та дезінформації для. Для генерації шкідливого контенту використовують спеціальні запити. Щоб обійти правила регуляції мовної моделі, які не дозволяють створювати потенційно шкідливий контент використовують адвесаріальний запит (adversarial prompting). Також застосовують few-shot learning - наведення кількох прикладів того типу дезінформації, яку потрібно створити, або ж серію запитів (

1. Запит теми: задає тему для подальших кроків;
2. "Глибокий" запит (deep prompt): генерує фейкову новину;
3. Запит доповнення (News Augmentation Prompt): доповнює текст деталями (час, локація, джерело), щоб підвищити його реалістичність.) для створення новин різних категорій. [2] Наприклад фабрикація, зміна числових показників у статті, щоб навмисно перебільшити ситуацію (наприклад, "25 людей померли від холери в Нью-Делі" може бути переписано як "Десятки людей померли від холери в Нью-Делі"), misrepresentation (внесення упередженості до висновку, при цьому технічно зберігаючи оригінальну історію).[1] Численні експерименти показують, що мовні моделі здатні генерувати високоякісні фейкові новини та дезінформацію, які важко відрізнити від людських (GPT-3 є мечем з двома лезами: у порівнянні з людьми він може генерувати точну інформацію, яку легше сприймати, але водночас може створювати більш переконливу дезінформацію [3]), що створює серйозні ризики і вимагає розробки ефективних механізмів виявлення згенерованого штучним інтелектом контенту та встановлення етичних норм його використання.

Література:

1. Shrey Satapara та ін. Fighting Fire with Fire: Adversarial Prompting to Generate a Misinformation Detection Dataset. 2024р. URL: https://arxiv.org/pdf/2401.04481 (дата звернення 16.04.2025)
2. Yue Huang та ін. FakeGPT: Fake News Generation, Explanation and Detection of Large Language Models. 2024р. URL: https://arxiv.org/pdf/2310.05046v2 (дата звернення 16.04.2025)
3. Giovanni Spitale та ін. AI model GPT-3 (dis)informs us better than humans. 2023р. Т. 11., № 15, С.1-19 URL: https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.adh1850 (дата звернення 16.04.2025)

ЦИФРОВА ТРИВОЖНІСТЬ ЯК ФЕНОМЕН ІНФОРМАЦІЙНОГО СУСПІЛЬСТВА

Подоляк О.М., Підбуцька Н.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сучасне суспільство і взаємодію між його індивідами в останні роки можна без перебільшень назвати цифровим. Щоденна взаємодія з надмірною кількістю джерел інформації призводять до перенасичення та є основою для появи терміну цифрової тривожності.

Цифрова тривожність є сучасним психоемоційним станом. Вона розповсюджується і суттєво впливає на якість життя. Нестримне бажання перевіряти повідомлення та оновлення на інформаційних каналах стало нав'язливою поведінкою. Не встигаючи прокинутись зранку та до останніх хвилин бадьорості, людина прикута увагою до гаджетів, навіть якщо з них не пролунали сповіщення. Перевірка "про всяк випадок" є супутником тривожного стану.

Новини та події останніх років лише посилили цей феномен. Страх щось пропустити, бути відірваним від інформаційного середовища стає чи не найбільшим страхом сьогодення. Цей феномен має свій початок ще від появи мобільних телефонів, а з приходом війни в Україні він посилився, оскільки "бути не на зв'язку" дорівнює "не знати про небезпеку, не мати змоги врятувати чи врятуватися".

Автоматичний скролінг соціальних мереж породжує вторинну тривожність та соціальне виснаження. Комбінація постійного напруження у цифровому та реальному середовищах знижує рівень концентрації вдень та порушення сну вночі. Оскільки навіть ввечері людина не здатна зупинятись від завантаження та аналізу всього, що нерозривним потоком йде з інфопростору.

Феномен цифрової тривожності є новим викликом та потребує комплексного рішення не лише на рівні психологічних заходів, а і загальної культури суспільства.

Для ефективного аналізу та підготовки освітніх та терапевтичних програм необхідно провести кількісні методи вимірювання цифрової тривожності, шляхом проведення опитувань та побудови шкал. Також не менш важливим елементом є дослідження впливу інформаційного середовища на різні вікові категорії.

Хоча цифрова тривожність не має клінічного статусу, вона вимагає уваги, оскільки руйнівно впливає на рівень життя, особливо в поточних умовах життя кожного українця.

Описані вище дослідження можуть стати міцним фундаментом для побудови методів групової та індивідуальної допомоги для зниження цифрової тривожності та запровадження загальних практик цифрової гігієни.

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВЕЛИКИХ МОВНИХ МОДЕЛЕЙ ЗАДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ДОСТОВІРНОСТІ ПУБЛІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ В МЕДІА

Редозуб І.А., Хайрова Н.Ф.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Розвиток штучного інтелекту, особливо генеративного штучного інтелекту, а також глобалізація світу призводять до безпрецедентного збільшення публічної інформації в інтернеті. З кожним днем ми все частіше зустрічаємось з великою кількістю новин. Людина без спеціальних знань або освіти не може критично обробити такий великий об'єм інформації. У нашому дослідженні ми пропонуємо використати сучасні великі мовні моделі задля виявлення недостовірної маніпулятивної інформації.

В нашій роботі ми ставимо перед собою такі задачі як:

1. Створення датасету європейських, українських та російських воєнних новин об'єднаних за подією.
2. Створення таксономії типізації маніпулятивної інформації у медіа.
3. Створення розміченого синтетичного датасету прикладів
4. Проведення аналізу джерел публічної інформації на наявність маніпулятивної інформації.

На першому етапі нашої роботи для досягнення мети дослідження було розроблено датасет RUWA(Russian-Ukrainian War)[1], який налічує більше 16500 статей з відомих медіаресурсів. Датасет розподілений за 13 подіями 2022 року російсько-української війни. Крім того даний датасет включає в себе такі аспекти як: ключові слова, джерело, опис, заголовок, дата та субподії.

Після цього за допомогою великих мовних моделей було розроблено ієрархічну таксономію типізації маніпуляцій у медіа. Ця таксономія включає в себе 5 основних видів маніпулятивної інформації, а саме: емоційні маніпуляції, логічні маніпуляції, лінгвістичні та стилістичні маніпуляції, структурні та форматні маніпуляції, інституційні маніпуляції. В свою чергу кожен вид залучає декілька типів маніпуляцій. Використовуючи створену таксономію ми розробили розмічений синтетичний датасет прикладів маніпуляцій. Загалом датасет налічує 330 прикладів маніпуляцій(по 10 на кожен тип) з визначенням виду і типу кожної.

У подальшій роботі ми плануємо натренувати мовну модель на нашому датасеті прикладів та провести аналіз використання маніпуляцій.

Література:

1. Khairova, N., Galassi, A., Scudo, F. L., Ivasiuk, B., & Redozub, I. (2024). Unsupervised approach for misinformation detection in Russia-Ukraine war news. CLW-CoLInS 2024, Computational Linguistics Workshop at Colins 2024 : Proceedings of the 8th International Conference on Computational Linguistics and Intelligent Systems. Volume IV: Computational Linguistics Workshop, Lviv, Ukraine, April 12-13, 2024, IV, 21–36. URL: https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:umu:diva-227968

ЗАСТОСУНОК АВТОМАТИЧНОГО ФОРМУВАННЯ СИЛАБУСА З ВИКОРИСТАННЯМ ГЕНЕРАТИВНОГО ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Савченко М.В., Квітков М.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасній освіті навчальні програми та силабуси є основою якісного навчання, однак їх розробка потребує значних зусиль і часу. Для створення ефективного силабуса необхідно враховувати освітні стандарти, методичні рекомендації та новітні наукові досягнення.

Стрімкий розвиток генеративного ШІ відкриває нові можливості для автоматизації створення силабусів. Його використання дозволяє суттєво зекономити час, підвищити відповідність програм сучасним вимогам, оперативно адаптувати зміст до змін у стандартах і технологіях, а також зменшити ризик помилок і покращити структурованість даних.

Розробка застосунку для автоматичного формування силабусів на основі генеративного ШІ дозволить викладачам зосередитися на вдосконаленні методики викладання та індивідуалізації підходів до студентів.

Силабус – це навчальний документ, що містить ключову інформацію про навчальну дисципліну, її зміст, методи викладання, оцінювання та вимоги до студентів. Хоча зміст силабуса може відрізнятися залежно від навчального закладу та дисципліни, стандартна структура включає такі розділи: загальна інформація, опис курсу, структура курсу, методи викладання, система оцінювання, навчальні ресурси, політика курсу.

Автоматизація створення силабусів за допомогою генеративного ШІ дозволить швидко генерувати структуровані, узгоджені та адаптовані навчальні програми відповідно до вимог освітніх закладів.

Генеративний ШІ пропонує широкі можливості для автоматизації навчального процесу, включаючи створення силабусів, адаптацію навчальних матеріалів та аналіз освітніх даних.

В рамках даного проекту були реалізовані наступні етапи:

- Огляд літератури та аналіз предметної області: існуючі підходи до автоматизації створення навчальних програм.
- Проєктування застосунку: визначення вимог до застосунку, архітектура системи, вибір технологій (LLM-моделі, API, фреймворки, бази даних), інтерфейс користувача.
- Реалізація застосунку: розробка основного функціоналу, інтеграція генеративного ШІ для створення силабуса, налагодження та тестування системи.
- Проведено експериментальне дослідження: тестування роботи застосунку на реальних даних, аналіз якості згенерованих силабусів, порівняння з існуючими методами.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ОБРОБКИ ТЕКСТОВИХ ДАНИХ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ SEO-СТРАТЕГІЙ В ЦИФРОВОМУ МАРКЕТИНГУ (НА ОСНОВІ РЕКЛАМНОГО ДИСКУРСУ)

Селезньова Т.А., Гулієва Д.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Автоматизація обробки текстових даних для оптимізації SEO-стратегій в цифровому маркетингу (на основі рекламного дискурсу)

У сучасному цифровому маркетингу автоматизація обробки текстових даних стає ключовим інструментом для підвищення ефективності SEO-стратегій. Зокрема, аналіз рекламного дискурсу за допомогою методів обробки природної мови (NLP) та машинного навчання дозволяє виявляти релевантні ключові слова, оптимізувати контент та адаптувати його до потреб цільової аудиторії [1], [2].

Програма, розроблена у межах дослідження, буде аналізувати текст, враховуючи специфіку саме українського рекламного дискурсу. Для цього передбачається врахування таких аспектів:

- Що найкраще продає в Україні (вибір стилістики, ключових фраз, форматів звернень).
- Як адаптуються сторінки під різні географічні регіони (гео), де запускається реклама.

Практична частина передбачає дослідження роботи локальних копірайтерів, аналіз їхніх підходів до адаптації контенту для різних ринків. Автоматизований аналіз рекламного дискурсу дозволяє:

- Виявляти та оптимізувати ключові слова та фрази, що підвищують видимість веб-ресурсів у пошукових системах [1].
- Визначати ефективні стратегії розміщення контенту та структурування веб-сторінок [2].

Автоматизація обробки текстових даних є важливим етапом у розробці та реалізації ефективних SEO-стратегій. Застосування сучасних технологій NLP та машинного навчання дозволяє маркетологам швидко адаптувати контент до змін у поведінці користувачів та алгоритмах пошукових систем, що забезпечує конкурентні переваги в цифровому середовищі.

Література:

1. Гаврильчик Л. С. Моделювання поведінки споживачів на основі методів цифрового маркетингу. Острог, 2020.[PDF] theses.oa.edu.ua

2. Підприємництво і маркетинг у формуванні національної безпеки за умов сучасних глобальних викликів. *Збірник тез доповідей Економічного науково-практичного форуму*, Вінниця, Україна. (2022). [PDF] eteb.khmnu.edu.ua

3. Маркетинг, реклама та pr: новітні технології для бізнесу. *Iіі всеукраїнська науково-практична конференція*, Київ. elar.tsatu.edu.ua+2ktepcknute.kyiv.ua+2Цифрова бібліотека НАН України+2

АНАЛІЗ ТОНАЛЬНОСТІ ТЕКСТУ В СУЧАСНІЙ КОМУНІКАЦІЇ

Троцька А.А., Угольнікова Н.С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Метою нашої роботи є розробка інструменту для аналізу тональності текстів із можливістю оцінки психоемоційного стану автора. У цифрову епоху ми щодня стикаємося з великою кількістю текстів – у новинах, соцмережах, блогах та коментарях. Важливо не лише розуміти, що саме пише людина, а й як вона це пише – з якою емоцією. Для цього й використовують аналіз тональності, який допомагає визначити, чи є висловлювання позитивним, негативним або нейтральним. Сучасні методи аналізу ґрунтуються на технологіях обробки природної мови (NLP) та машинному навчанні. Особливо ефективними виявились моделі типу BERT, які здатні враховувати контекст слова у реченні [1], завдяки чому вони можуть точніше розпізнавати емоційне забарвлення тексту. Разом із тим є складнощі: сарказм, багатозначність, гумор – усе це ускладнює аналіз. Проблемою залишається обмежена кількість розмічених корпусів попри це, дослідження у цьому напрямі активно тривають [2].

Наше дослідження спрямоване на вивчення взаємозв'язку між мовленнєвими особливостями текстів та емоційним станом їхніх авторів. У процесі дослідження ми плануємо проаналізувати наявні корпуси текстів, підготувати розмічений датасет, використати методи машинного та глибокого навчання для навчання моделі класифікувати емоційне забарвлення тексту, а також виявляти потенційні маркери психологічного стану – наприклад, ознаки стресу чи тривожності та провести її тестування, буде реалізовано інтерфейс для візуалізації результатів. Подальший розвиток технологій глибокого навчання [3], а також зростання обсягів доступних текстових даних сприятимуть удосконаленню якості аналізу та розширенню його практичного застосування, зокрема – у сфері психоемоційної аналітики.

Література:

1. Jacob Devlin, Ming-Wei Chang, Kenton Lee, Kristina Toutanova. BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding. 2019p. URL: https://arxiv.org/abs/1810.04805 (дата звернення 17.04.2025)

2. Bing Liu. Sentiment Analysis and Opinion Mining. 2012p. URL: https://www.cs.uic.edu/~liub/FBS/SentimentAnalysis-and-OpinionMining.pdf (дата звернення 17.04.2025)

3. Lei Zhang, Shuai Wang, Bing Liu. Deep Learning for Sentiment Analysis: A Survey. Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery, 8(4), 2018p. URL: https://doi.org/10.1002/widm.1253 (дата звернення 17.04.2025)

СЕКЦІЯ 9
КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

9.1 ІНФОРМАЦІЙНІ ТА УПРАВЛЯЮЧІ СИСТЕМИ

VERIFYING THE SEMANTIC KERNEL OF HTML DOCUMENT BASED ON ANALYTICAL HIERARCHY PROCESSING

Bahatskyi N.S., Dominov D.O., Orekhov S.V., Taran P.A.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Based on the analysis of the input data, we propose to perform the following actions. First, to propose a complex formula based on WEB metrics, but as widely accessible as possible for consideration, as a rating score. Secondly, we need to interpret the verification task as a task of calculating the rating score of digital content. By forming this assessment we form a rating of content and, accordingly, semantic kernels. In our case, we can not implement the stage of semantic kernel synthesis [1], but rate all content as a whole. We will rely on the following form of rating:

$$I = \frac{F(m_1,m_2)}{F_{\max}} * 100\%, \quad (1)$$

where $F()$– function of kernel estimation. $F_{\max}$– the value of ideal semantic kernel.

If we analyze the physical reason of the function (1), then its value can be obtained either from an expert or through mathematical calculations such as analytical hierarchy processing (AHP). The paper proposes to implement only two metrics in formula (1). But potentially any number of metrics can be implemented here, because AHP allows this [2].

Then the problem of verification of the kernel is formulated as follows: having a set of HTML documents containing digital content, form a rating score (1) using the AHP method and arrange the provided documents and the corresponding kernels in them into a list for display to the user according to the value of the score (1).

The advantage of the approach provided is that we take as experts the Internet users themselves, who form digital content on a given topic. And they themselves are engaged in the verification of semantic kernels. The second advantage is that the selected rating method is classic and proven in practice. For simplicity, documents in English will be used as a test [3].

References:

1. Orekhov S. V., Taran P.A. Example of synthesizing a semantic kernel by CHATGPT. // Information Technologies and Automation - 2024 / Proceedings of the XVII International Scientific and Practical Conference. Odessa, October 31 - November 1, 2024. - Odessa, ONUT Publishing House, 2024. – P.576-578.

2. Orekhov S.V., Dominov D.O., Bahatskyi N.S. Algortihm of method for evaluating the effectiveness of a Web Node using analytical hierarchy processing. // Стан, досягнення та перспективи інформаційних систем і технологій. Матеріали XXIV Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених, аспірантів та студентів. Одеса, 18-19 квітня 2024 р. Одеса: Видавництво ОНТУ, 2024. С. 57-59.

3. Orekhov S., Kopp A., Orlovskyi D., Goncharenko T. A Method for Evaluating the Efficiency of the Semantic Kernel in the Internet Promotion Channel. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies. Switzerland: Springer, 2023. Vol. 181. P. 246–259.

DEVELOPMENT OF AN ERP SYSTEM WITH A MACHINE LEARNING MODULE FOR TEMPLATE CREATION AND PROJECT MANAGEMENT INTEGRATION

Ivan Baranetskyi, Iryna Shuba
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Enterprise Resource Planning (ERP) systems are comprehensive platforms designed to integrate and manage core business processes, such as finance, inventory, sales, procurement, and human resources. Modern ERP systems are increasingly embracing emerging technologies, including artificial intelligence and machine learning (ML), to enhance automation, decision-making, and adaptability in dynamic business environments.

This research presents the development of an ERP system that integrates a dedicated machine learning module for template generation and incorporates project management functionalities. The proposed system operates on a microservices architecture and utilizes a multi-tenant database approach, where each company has its own isolated database instance. The system ensures security and access control through a centralized authentication and authorization service.

The core concept is to identify transaction patterns using historical data and suggest pre-filled templates for future operations. After each save request is committed, the system asynchronously sends key information – such as transaction type, items, quantities, warehouse, partner, responsible employee, and payment method – to an external Python-based ML service.

This ML service applies preprocessing steps like normalization, encoding categorical data, removing noise. Then it performs clustering using the Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise algorithm. DBSCAN is chosen due to its ability to find arbitrarily shaped clusters and handle outliers, which are common in real-world data.

Each cluster represents a group of requested domain objects with similar characteristics. From these clusters, the system generates up to 5–10 templates that capture the most frequent combinations of parameters. These templates are stored temporarily and recommended to users on the frontend interface, allowing them to accept, modify, or discard suggestions.

The system aims to reduce time spent on data entry, minimize human error, and promote standardization in business operations. The ML model is retrained periodically as new data becomes available, improving its adaptability over time.

DEVELOPMENT AND RESEARCH OF A MODEL AND SOFTWARE COMPONENT FOR RISK ASSESSMENT IN SOFTWARE ENGINEERING PROJECTS

Inna Bilovodska, Andrii Kopp
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

In the field of software development, risks remain one of the key factors influencing the quality, timeline, and budget of project implementation.

Given the growing complexity of IT products and the uncertainty of their development environments, there is a pressing need for tools that support risk assessment to enable well-informed managerial decision-making.

The object of this research is the process of risk assessment in software projects.

The subject of the research is the model and software component for calculating the level of risk.

The aim of the work is to create a locally deployable tool capable of computing risk based on given parameters and generating a report in a user-friendly format.

Within the score of the research:

– key risk parameters were identified – the probability of occurrence (P) and potential impact (I);

– a risk assessment model was developed based on the classical formula: $R = P \times I$ [2];

– the architecture of a risk assessment tool was designed and implemented as an autonomous web application;

– the software component was developed using React.js (user interface), Node.js (request handling), PostgreSQL (risk storage), and PDFMake (report generation);

– a core set of features was implemented: data input, risk calculation, information storage, and structured PDF report generation [3].

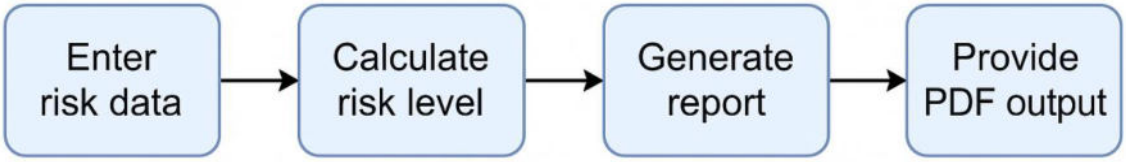


Fig. 1. – Risk assessment model in software development projects

The resulting application can be integrated into project management workflows of small teams or used as a standalone risk calculator.

Its simplicity and autonomy allow adaptation to various usage scenarios at the early stages of project planning [1].

References:

1. Wiegers, K. & Beatty, J. Software Requirements, 3rd ed., Microsoft Press, 2013.
2. Boehm, B. Software Risk Management. IEEE Computer Society Press, 1991.
3. Bishop, Christopher M. Pattern Recognition and Machine Learning. Springer, 2006.

IMPLEMENTATION OF DECISION SUPPORT SYSTEMS FOR SMALL BUSINESSES

Bocharov D.S., Kononenko I.V.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Small businesses in modern conditions operate in a dynamic, unstable environment, where entrepreneurs have to make decisions every day that directly affect the profitability, efficiency and sustainability of the business. Typical tasks faced by small businesses include: supplier selection, assortment formation, pricing, inventory management, service profitability assessment, personnel planning, logistics, marketing campaign planning, etc.

The hypothesis of the study is that the use of a decision support system based on specialized methods of multifactor analysis and mathematical modeling allows you to improve the quality of management decisions in small businesses, while ensuring a balance between the complexity of implementation and the accuracy of results.

Unlike simple tables or template accounting tools, such a DSS system should use analytical methods of medium complexity that can be implemented using affordable software. Such methods include:

- ABC and XYZ analysis - for classifying goods/customers by sales volume and demand stability;
- Sensitivity analysis – to assess the impact of changes in individual parameters on the final results;
- Analytical hierarchy process (AHP) – to choose between alternatives taking into account many criteria;
- Multivariate linear regression – to identify dependencies between variables;
- Cluster analysis (k-means or hierarchical clustering methods) – to segment customers, products or markets by similarity;
- Functional cost analysis (FCA) – to identify unnecessary costs in processes and make decisions on resource optimization;
- Linear programming – for resource allocation, production planning or logistics problems taking into account constraints.

Implementing such a DSS system allows entrepreneurs to move from intuitive decision-making to structured, reasoned conclusions based on data and analytics. The implementation of the system can be presented both as a package of add-ons to existing solutions, for example, Microsoft Excel or MATLAB, and as separate software developed using various programming languages and frameworks.

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A CULINARY RECOMMENDATION SYSTEM WITH PERSONALIZATION MECHANISMS

Vladyslav Bohdanov, Andrii Kopp
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

The rapid development of information technologies and the spread of personalized services has stimulated interest in systems capable of adapting to individual user needs.

In the culinary field, recommendation systems can simplify decision-making when choosing meals by considering factors such as available ingredients, dietary restrictions, and personal taste preferences [1].

This work focuses on the development of a software system named GastroNomicon, which serves as a platform for implementing intelligent culinary recommendation mechanisms.

Within this system, various personalization methods are planned, including filtering based on dietary constraints, matching with available ingredients, and learning user preferences through feedback.

The system is designed to allow users to create personal profiles, specify dietary limitations (e.g., allergies, medical conditions, ethical considerations), and manage a virtual list of ingredients. Based on this information, the recommendation logic suggests appropriate recipes [2].

Users can also rate recipes, which enables collaborative filtering techniques to further tailor suggestions according to behavioral patterns and taste similarity with others.

The architecture of the system is being developed using a modular microservice approach, where each component is containerized with Docker for maintainability and scalability.

The backend utilizes the FastAPI framework in Python, the data is stored and managed using PostgreSQL, and the static frontend is served through the Nginx reverse proxy.

A flexible and extensible data model is being constructed to support complex relationships between users, ingredients, and dietary constraints.

This technical foundation will support future integration of AI-powered modules, such as machine learning-based recommenders or natural language interfaces.

References:

1. Trattner, C., & Elsweiler, D. (2017). Food recommender systems: Important contributions, challenges and future research directions. arXiv preprint arXiv:1711.02760.

2. Freyne, J., & Berkovsky, S. (2010). Intelligent food planning: Personalized recipe recommendation. In Proceedings of the 15th International Conference on Intelligent User Interfaces (pp. 321–324). ACM.

DEVELOPING A CHAT BOT USING AN INFORMATION TECHNOLOGY KNOWLEDGE BASE

Bohomolov K.R., Burdaiev V.P.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Chatbots based on artificial intelligence are widely used in digital services to automate communications, improve customer service efficiency and provide prompt information support. Recently, one of the key areas of chatbot development has been the combination of large language models (LLM) with subject-oriented knowledge bases, which improves the quality, accuracy and relevance of the generated responses.

The chatbot is developed based on the OpenAI language model [1] and uses a knowledge base that contains inference rules and information from the field of information technology. The chatbot is implemented on the Telegram platform and allows you to provide assistance to the user when studying information technology.

The chatbot is implemented using the Python programming language and the Aiogram library, which allows developing bots on the Telegram platform. PostgreSQL is used to store and manage the knowledge base.

The interaction between the chatbot and the user occurs according to the following scenario: the incoming message is processed, analyzed using NLP [2], a search for relevant information is performed in the knowledge base, a request is generated to the OpenAI API, and the response is returned to the user in a convenient format (Fig. 1).

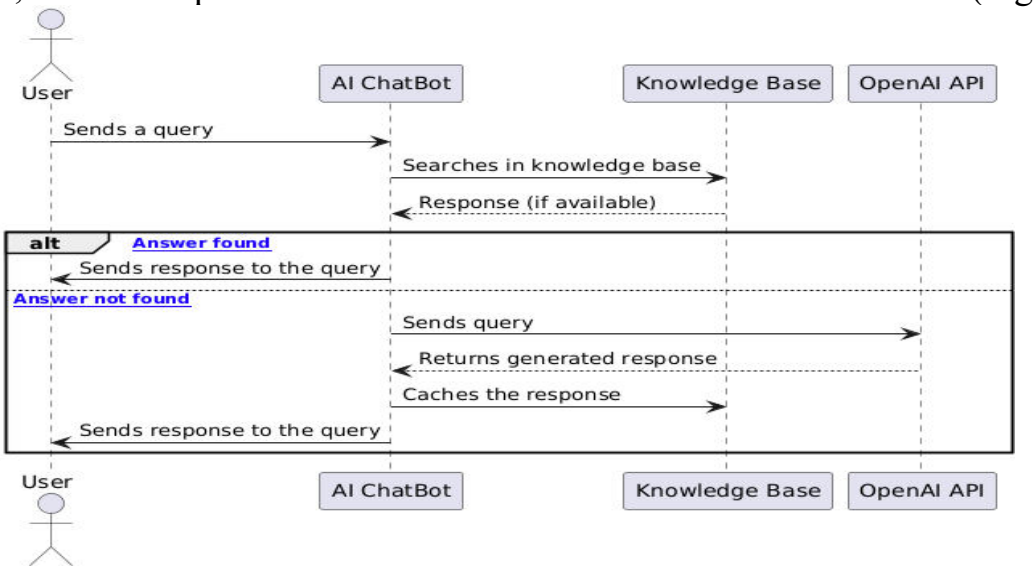


Fig. 1. – General architecture of the chatbot system

The development of a chatbot has potential for implementation in the field of educational technologies, technical support and IT consulting.

References:

1.Radford, A., et al. (2019). Language Models are Unsupervised Multitask Learners. URL: https://surl.li/vngjae

2.Brown, T. et al. (2020). Language Models are Few-Shot Learners. URL: https://arxiv.org/abs/2005.14165

FORMULATION OF REQUIREMENTS FOR MEDICAL INFORMATION SYSTEMS

Bortnikov A.I., Liutenko I.V., Yershova S.I.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

The development of medical information systems should serve the main goal - the creation of working mechanisms for interaction between medical institutions throughout the country. In turn, this should ensure the high-quality development of the healthcare system, deep digital transformation and, as a result, the introduction of electronic services and services into widespread use by citizens in the processes of receiving medical care. Medical information systems are used to automate the processes of providing patients with medical care, its accounting, as well as information support for medical specialists in terms of providing them with information about patients, the care provided to them, as well as information about the activities of the medical institution as a whole through the collection, consolidation, analysis and storage of information.

The information system of a medical organization should provide:

- maintenance of patients' medical records in electronic form;
- possibility of using telemedicine technologies when providing medical care to a patient;
- possibility of organizing an electronic registry (monitoring and managing patient flows, creating a schedule for specialist appointments, recording and planning the availability of specialists, etc.);
- possibility of conducting medical examinations, preventive medical examinations (organization of disease prevention with keeping records of citizens who have undergone preventive measures and those who need to undergo these measures, as well as automation of process control);
- organization of patient vaccination (organization of prevention of infectious diseases through maintaining and recording data on vaccinations, medical examinations and post-vaccination complications);
- information support for making management decisions within a medical institution. In this context, the requirement for the MIS to control and analyze includes the ability to generate automated reporting of the institution, analytical reference information, invoices for medical care provided to the patient, automation of inventory accounting and the use of drugs and medical devices and the formation of reporting forms for them.

With this formulation of the requirements for the functionality of the MIS, they are very general in nature. These requirements are aimed at information support for business processes of medical organizations without detailed regulation of the implementation of a particular function and the depth of its development in the system. Thus, developers of information systems for medical institutions receive more freedom in matters of practical implementation of the functionality and capabilities of the MIS.

ADAPTIVE STUDENT PROFILING USING AI AND ML: STRATEGIES FOR UNIVERSITY ADMISSIONS AND RETENTION

Ihor Bovkun, Oksana Ivashchenko, Ihor Hamaiun
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

The growing complexity of student recruitment and retention in higher education necessitates innovative, data-driven approaches to segmentation and profiling. This study presents a comprehensive review of artificial intelligence (AI) and machine learning (ML) applications in student segmentation, drawing from successful methodologies used across industries such as marketing, finance, and telecommunications. The main objective is to adapt these models to the specific needs of higher education institutions to enhance admissions, student support, and academic retention strategies.

A systematic literature review (SLR) was conducted using databases including Scopus, Web of Science, and Google Scholar. Over 700 publications were initially identified, with a final sample of 40 selected through a Weighted Sum Model (WSM) evaluation based on relevance, methodological rigor, novelty, impact, and interdisciplinary adaptability. Key findings indicate that clustering techniques such as K-Means, DBSCAN, and hierarchical clustering are the most commonly used ML methods for student segmentation. Predictive analytics models–particularly Random Forest, Gradient Boosting, and Support Vector Machines–are widely used to forecast student success, dropout risk, and future employability. Hybrid models, such as K-Means combined with Decision Trees or PCA, were found to improve accuracy and interpretability.

The study also highlights the importance of integrating unstructured behavioural data, such as social media activity, online learning engagement, and chatbot interactions. However, the use of natural language processing (NLP) techniques like Word2Vec and sentiment analysis remains underutilized. Ethical considerations concerning student data usage and compliance with GDPR and FERPA are emphasized as critical to the responsible implementation of AI-driven systems.

This review proposes a three-stage roadmap for future research: (1) data collection and feature engineering from structured and unstructured sources; (2) real-time behavioural tracking and NLP integration; and (3) selection and evaluation of AI/ML models using precision metrics such as F1 score and RMSE. These steps aim to support the development of adaptive, personalized, and ethically compliant student profiling systems.

References:

1. Das S., Nayak J. Customer Segmentation via Data Mining Techniques: State-of-the-Art Review // *In: Computational Intelligence in Data Mining. Smart Innovation, Systems and Technologies, vol 281.* Springer, Singapore, 2022. DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-16-9447-9_38.

2. Yunus M., Mutalib S., Abdul Hamid N., Rahman S., Malik A. Predictive analytics of university student intake using supervised methods // *IAES International Journal of Artificial Intelligence.* – 2019. – Vol. 8(4). – P. 367–374. DOI: 10.11591/ijai.v8.i4.pp367-374..

DEVELOPMENT AND RESEARCH OF A SOFTWARE SOLUTION FOR THE ANALYSIS OF FRONT-END ARCHITECTURE OF WEB SITE

Bohdan Burian, Andrii Kopp
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

In modern web development, front-end architecture plays a crucial role in ensuring the usability, maintainability, and performance of websites.

As the complexity of web applications increases, the need for tools that allow developers to analyze and improve the structure of their front-end components becomes more urgent.

This research focuses on the development of a software tool aimed at analyzing the front-end architecture of websites.

The main objective is to automate the detection of potential structural issues in HTML, CSS, and JavaScript components, and to provide suggestions for optimization.

This study considers the issue of analyzing the front-end architecture of websites, in particular, identifying possible problems, optimizing the structure and interaction of user interface elements.

The relevance of this study is stipulated by the need to ensure high performance, loading speed and convenience for website users in the current conditions of the Internet development.

Given the constant increase in the amount of web data and the complexity of the website structure, it is important to develop effective methods for analyzing and improving their front-end architecture.

The proposed solution integrates static code analysis [1], DOM [2] structure evaluation, and dynamic performance inspection using methods inspired by existing tools like Lighthouse, SonarQube, and React DevTools.

These methods allow to assess the quality of component design, code consistency, and performance bottlenecks.

However, unlike most existing tools that focus on either performance metrics or code quality, our tool emphasizes architectural evaluation – analyzing the organization and interaction of components.

The software supports analyzing key architectural aspects such as component hierarchy, coupling, cohesion, and render efficiency. The solution has been tested on several real-world websites to validate its effectiveness in identifying architectural flaws and recommending improvements.

As a result, the research confirms the importance and feasibility of automating front-end architecture analysis. The developed tool provides valuable insights for developers and teams striving to maintain scalable and efficient front-end systems.

References:

1. Static program analysis – Wikipedia. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Static_program_analysis

2. DOM in JavaScript – QAWeb. URL: https://qaweb.dev/coding-ua/421-osnovi-dom-v-javascript

DEVELOPMENT OF AN INFORMATION SYSTEM FOR FORMING AN IT PROJECT TEAM TAKING INTO ACCOUNT ROLES AND INTERPERSONAL RELATIONSHIPS

Burkatskyi M.E., Kononenko I.V.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

The success of any IT project depends not only on the technologies used but also on the team that implements the project. Forming such a team is a complex task, as it requires consideration of various aspects, including professional competencies, psychological compatibility of team members, their roles within the team, and interpersonal relationships.

In practice, the team selection process is often based on subjective evaluations or a basic analysis of professional skills, which does not always guarantee effective collaboration among team members. This can lead to conflicts, decreased productivity, and an increased risk of project delays. Therefore, it is relevant to use a systematic approach for automating team formation that takes into account both technical and psychological aspects.

The use of Belbin's model [1] allows the evaluation of a candidate's ability to perform each of the nine roles required for a successful team. These evaluations can then be used to form the most optimal team possible. Integrating the Big Five personality model [2] enables the consideration of important psychological traits, such as openness to experience, conscientiousness, extraversion, agreeableness, and emotional stability. This makes it possible not only to form well-balanced teams but also to anticipate potential challenges in their collaboration.

The core functions of the system will include: registration and management of candidate and manager accounts, completion of assessments with subsequent storage of results, analysis of candidate characteristics and their potential to fulfill specific team roles, automatic team formation based on compatibility, and the generation of reports and recommendations for managers.

The development of such a system will improve project management quality, minimize risks associated with ineffective team composition, and ensure the successful completion of project objectives.

References:

1. R. M. Belbin, Team Roles at Work, 2nd ed. London, U.K.: Elsevier, 2010. 142 p.
2. Boele de Raad, Boris Mlačić, Big Five Factor Model, Theory and Structure. International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences 2nd ed., 2015, pp. 559-566. DOI: https://doi.org/10.1016/B978-0-08-097086-8.25066-6

INTELLECTUAL ASSISTANTS IN CULINARY: PECULIARITIES OF DESIGN AND IMPLEMENTATION

Chernova N.L., Bezkorovainyi M.R.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Nowadays many industries effectively implement intellectual assistants in their processes, among them are retail, finance, automotive, consumer electronics, healthcare, tourism, government and also cooking. As of early 2025, popular culinary intellectual assistants are: Chef Watson, ChefGPT, Dishgen, Let's Foodie, FoodAI, SuperCook, PlantJammer, EmptyMyFridge, Cooklist.

The main drivers of intellectual assistant's implementation in cooking are the following main factors. Firstly, it is the implementation of Internet of Things technology both in personal kitchens and in the corresponding professional environment, which provides a completely different level of overall process efficiency. Secondly, it is machine learning and artificial intelligence algorithms application to support personalized decision-making. Many intellectual assistants focus on generating unique recipes. They use natural language processing and deep learning algorithms to analyze existing recipes, identify trends, and create new culinary combinations. Some assistants use generative artificial intelligence methods to create personalized recommendations based on users' preferences. They analyze order history, take into account dietary restrictions, and offer individually adapted recipes.

When analyzing AI using a black box model, the input parameters set may include the following: list of available/desired food products and their volumes/quantities; calorie content of the dish; number of people for whom the dish needs to be prepared; total cooking time; available kitchen appliances; admissibility of ingredient substitutions; diet features. These parameters can play the role of both controlled and normative. At the output, we get a recipe and/or instructions for preparing either a separate dish, or a set of recipes if a more complex task of menu or diet formation was formulated. If the assistant is an embedded component of a more complex system (for example, a smart home system), at the output we expect a ready-made dish.

Intellectual assistants in general can have quite different architectures depending on their intended purpose. Culinary assistants usually have a hybrid architecture that combines the advantages of reactive architectures and knowledge-based architectures. The first option is used to support the processes of implementing routine tasks (controlling the cooking process according to a template recipe). The implementation of the second option allows you to significantly expand the functionality of culinary intellectual assistants and solve complex poorly structured tasks. In most of the analyzed culinary intellectual assistants, the main function is recipe generation, which is implemented using machine learning and artificial intelligence methods. Depending on the set of input parameters, IA implement additional recipe personalization functionality, allowing you to take into account various limitations. The degree of this personalization is one of the key factors that distinguish modern culinary assistants.

DESIGN AND DEVELOPMENT OF A SOFTWARE SOLUTION FOR DETECTING AND CLASSIFYING MALICIOUS JAVASCRIPT CODE

Yaroslav Chuiko, Andrii Kopp
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

JavaScript is a dynamic programming language used to create web content in combination with HTML (HyperText Markup Language) and CSS (Cascading Style Sheets). It is used by the vast majority of websites and is supported in all modern web browsers. However, in recent years, JavaScript has become the most common and successful language for building web attacks [1]. Malicious code is a term used to describe any code in any part of a software system or script that is intended to cause undesirable effects, security breaches, or system damage. Malicious JavaScript code is designed to create or exploit vulnerabilities, leading to client-side security incidents and data leaks, and malicious scripts can also target server systems and files [2].

Lexical analysis is the process of analyzing a sequence of characters, usually in the form of source code, and transforming them into meaningful units called "tokens". The main goal of lexical analysis is to break the source code into tokens by removing non-essential elements such as spaces and comments [3].

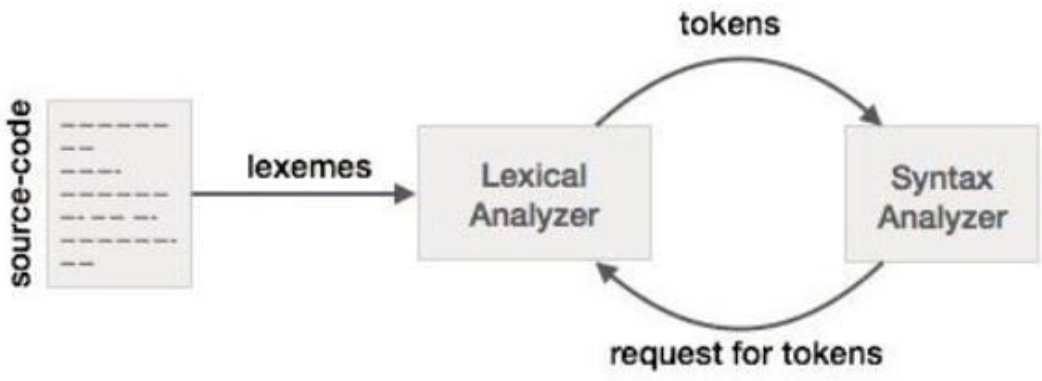


Fig. 1. – Lexical analysis [3]

In the context of cybersecurity, lexical analysis, also known as content analysis or content validation, refers to the process of examining and analyzing the content of data, documents, network traffic, or files to identify security threats, vulnerabilities, or sensitive information. This analysis aims to recognize patterns, anomalies, and suspicious content in data, which can help identify and mitigate cyber threats.

Lexical analysis has a number of advantages when applied in the field of cyber defense: detection of known malware signatures and malicious content in files, emails, and network traffic, which allows for early detection and mitigation of cyber threats.

References:

1. JavaScript. URL: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript.
2. Malicious Code. URL: https://www.veracode.com/security/malicious-code.
3. Introduction of Lexical Analysis. URL: https://www.geeksforgeeks.org/introduction-of-lexical-analysis/.

AI-BASED MODEL AND INFORMATION TECHNOLOGY FOR CLOUD INFRASTRUCTURE ANALYSIS AND QUALITY IMPROVEMENT

Roman Dashkivskyy, Andrii Kopp
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

The main criteria for services deployed in cloud infrastructure are cost-efficiency, reliability, and performance. Each of these aspects can be achieved independently by applying appropriate infrastructure components. For instance, fast execution is often ensured by the correct choice of compute instances and networking, whereas reliability can be enhanced via redundancy, and cost-efficiency through automation and dynamic scaling.

Cloud providers generally offer comparable core functionality across platforms. This allows for the development of vendor-independent models for infrastructure analysis and improvement. The proposed approach thus remains portable across AWS, Azure, GCP, and others.

Currently, most cloud vendors are beginning to integrate AI tools into their platforms (e.g., Copilot for Azure, GCP's AI Hub). However, these tools still operate mainly in Q&A format, answering user queries rather than proactively designing optimal infrastructure layouts or suggesting concrete improvements.

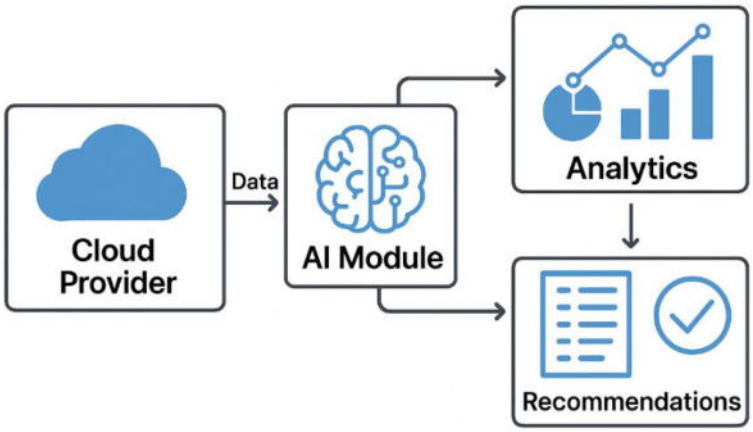


Fig. 1. – Flow of Data in an AI-Powered Cloud Analysis System

To address this gap, we propose an AI-based system that analyzes cloud infrastructure telemetry and suggests optimizations [1]. The system uses a combination of regression models and reinforcement learning to predict optimal configurations and dynamically allocate resources for cloud-native environments. Such a system not only improves infrastructure performance but also reduces human error in decision-making. Additionally, it enables proactive infrastructure management, allowing for real-time adaptation to changing workloads and business priorities.

As cloud environments grow in scale and complexity, AI-based control becomes an essential element of sustainable operations.

References:

1. Singh A. Optimization of the Cloud-Native Infrastructure using Artificial Intelligence. – 2023.

RESEARCHING THE STRUCTURAL COMPLEXITY OF BPMN MODELS BASED ON EVENT ANALYSIS

Bohdan Diachenko, Andrii Kopp
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

The BPMN (Business Process Model and Notation) modelling notation provides a set of graphical elements used to depict the structure and behavior of business processes. In BPMN models, events play a crucial role in determining the complexity of the business process structure. As the number and variety of events increases, the complexity of the model increases, making it difficult to analyze, optimize, and predict the behavior of the business process.

Therefore, analyzing events in BPMN models is critical to understanding and reducing the structural complexity of business processes, reducing the likelihood of errors and increasing the efficiency of models.

Hence, in this study it is necessary to address the following research questions:

RQ1: How to identify business process events in BPMN models?

RQ2: How to analyze the structural complexity of BPMN models based on event analysis?

The research object is the process of analyzing the structural complexity of BPMN models based on event analysis. The research subject is a software component for analyzing the structural complexity of BPMN models based on event analysis.

The study aims to reduce the number of errors in business process models by formulating recommendations on the structural complexity of BPMN models based on event analysis. To assess the structural complexity of BPMN models by evaluating the degree of connections between elements, the Coefficient of Network Connectivity (CNC) measure is used:

$$\mathrm{CNC} = \frac{|\mathrm{A}|}{|\mathrm{N}|},$$

where A is the set of sequence flows (i.e. arcs), N is the set of elements (i.e. nodes).

The detection of the CNC thresholds for analyzing the structural complexity of BPMN models (Table 1) is performed using a large set of 3729 BPMN models [1].

Table 1 – Threshold values for the BPMN CNC measure

BPMN model efficiency thresholds	Very low	Fairly low	Fairly high	Very high
CNC	≤ 0.78	> 0.78	> 0.91	> 1.00

Predicting the CNC values based on BPMN events using regression analysis is a promising approach, which is expected to offer a reliable technique for classifying BPMN models by performance levels and formulating recommendations for reducing structural errors and shortcomings.

References:

1. BPMN for research, https://github.com/camunda/bpmn-for-research, 20.04.2025.

THE PROBLEM STATEMENT OF THE STUDY OF THE FORMATION OF SOFTWARE DEVELOPMENT TEAMS

Dovhotko V.V., Liutenko I.V., Yershova S.I.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Software development is associated with problems of quality, cost and reliability. One of the approaches to reducing the number of errors is the use of the diversification principle, which consists in the development and integration of several versions of the software product, or its parts. N-versioning, a special case of implementing the diversification approach, consists in ensuring the diversity of performers, languages and notations, and development tools.

The aim of the work is to improve and accelerate the software development process by using team diversification. The object of the study is the process of developing multi-version software. The subject of the work is methods for assessing diversification. This work considers the issue of forming software development teams in the context of N-version software development. This development model is sensitive to the composition and method of team formation due to the fact that it is the development teams that lay a certain level of diversification in the software project, and the diversification obtained in this way is called team diversification. It has been established that the level of team diversification is influenced by numerous factors of subject diversification, such as age, gender, education, understanding of project goals, etc. Guided by these and similar attributes, responsible persons distribute developers into teams, counting on the fact that diversity according to these factors will ensure software diversification.

During the work, various types of diversification were considered. Multi-version diversification was considered in more detail, the use of which significantly increases the failure resistance of the software being developed.

The hypothesis of the study is the assumption that there is a connection between a set of certain personal qualities of the developer (profile) and the method of software development. Thus, to test the research hypothesis, it is necessary to:

– select metrics for assessing the developer profile;

– select metrics for assessing the developer's software development method (diversification indicators);

– collect statistical data: developer profiles and code samples;

– assess the presence of a correlation between generalized assessments of the developer type and the development method.

If the research hypothesis is correct, the following method for forming development teams can be proposed:

– formation of development teams: recruitment of performers, assessment of the developer's profile;

– sorting developers by profile: the most similar profiles should be placed in one team).

– development of N-version software according to the usual life cycle model;

– assessment of the obtained level of software diversification and comparison with the previously predicted one.

APPLICATION OF MICROSOFT EXCEL FOR GEOPHYSICAL DATA PROCESSING WITHIN INFORMATION-ANALYTICAL SYSTEMS

Hablovskyi B.B., Zasypko V.V.
Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas
Ivano-Frankivsk, Ukraine

Microsoft Excel is employed as a primary platform for constructing an information-analytical environment aimed at geophysical data analysis and interpretation. The approach is exemplified through the analysis of magnetic susceptibility measurements obtained from the Stolyarivska-2 borehole, intended to assess the geostructural characteristics of subsurface formations.

The processing workflow included the import of field data from .XYZ format, depth-based segmentation, generation of graphs and statistical diagrams, as well as the creation of magnetic susceptibility distribution profiles. The tools available in Excel enabled the implementation of preliminary analysis steps without the need for complex specialized GIS platforms.

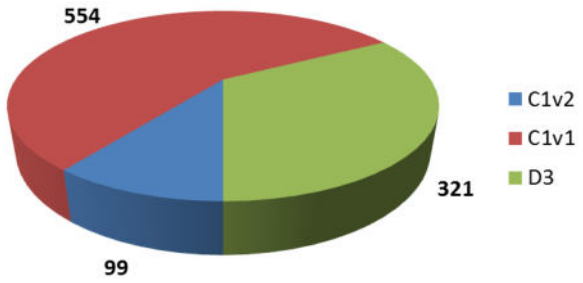


Figure 1 - Histogram of data distribution by age

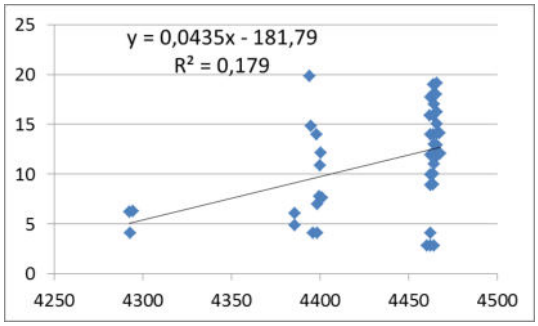


Figure 2 - Depth-dependent magnetic susceptibility profile for the C_1v_1 formation

The results confirm the effectiveness of Microsoft Excel in rapid interpretation of field data and the creation of visually intuitive information models. This approach can be adapted for the development of localized information-analytical systems in geophysics, ecology, energy, and related fields. The accessibility of Excel and the flexibility of its functions make it suitable for basic data analysis even in field conditions or under limited resource availability.

References:

1. Y.O. Ivanov, V.T. Matviienko, Y.D. Popov. Osnovy roboty z systemoiu Microsoft Excel: Uchebovyi posibnyk dlia studentiv vsikh fakultetiv. – Kyiv: VPTs "Kyivskyi Universytet", 1999. – 80 p.
2. Shurovskyi O.D. et al. Zvit "Provedennia profilnykh vysokotochnykh hravimetrychnykh doslidzhen z metoiu vyiavlennia zon rozzushchilnennia vizeiskykh karbonatnykh ta teryhennykh vidkladiv, perspektyvnykh dlia poshukiv pokladiv nafty i hazu v mezkhakh Khortytskoi diliansky." – Ivano-Frankivsk, 2003.
3. Microsoft Excel Formulas and Functions (Office 2021 and Microsoft 365)

DEVELOPING SOFTWARE COMPONENTS FOR A CHURN PREDICTION PIPELINE

Han Zhiqiang, Cherednichenko O.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Customer churn prediction plays a vital role in the strategic decision-making of subscription-based businesses and service providers. Identifying potential churners early allows companies to take proactive steps to retain customers, optimize marketing efforts, and reduce revenue loss. However, building predictive models for churn requires a complex pipeline involving data collection, preprocessing, feature engineering, model training, evaluation, and interpretation - tasks that are often inaccessible to users without a technical or data science background.

While many existing platforms, such as Amazon SageMaker, DataRobot, and H2O AutoML, provide automated machine learning (AutoML) solutions for churn prediction, they typically offer limited transparency or flexibility. These tools often assume that users have at least some understandings of machine learning workflows, which creates a barrier for domain experts who want to customize models or experiment with different scenarios without diving into code.

This research addresses the challenge by focusing on the development of modular software components specifically designed for churn prediction tasks. The goal is to create a flexible pipeline architecture that allows users to build, modify, and execute predictive workflows using simple configurations, rather than programming. Each component of the pipeline - from data cleaning and segmentation to model training and churn risk scoring - is designed to work independently and be reusable across different contexts and data sources.

The core contribution of this work is the implementation of a customizable pipeline system tailored for churn prediction, with an emphasis on usability, clarity, and adaptability. The system supports integration with commonly used data sources (e.g., CRM systems, customer interaction logs) and provides built-in templates for typical churn analysis scenarios, such as predicting voluntary cancellations or usage-based churn.

An experimental evaluation was conducted to assess the usability of the pipeline for non-technical users. This involved user testing with business analysts and product managers, measuring factors such as time-to-deploy, configuration complexity, and the interpretability of model outputs. Resource usage and scalability were also analyzed under different deployment conditions.

Future work includes the development of a user interface that enables drag-and-drop configuration of pipeline components, as well as deployment as a cloud-based service to ensure accessibility and scalability. By lowering the technical barriers to churn prediction, this project aims to empower a broader range of professionals to leverage predictive analytics in their everyday decision-making.

DEVELOPMENT OF A CHAT BOT FOR TRANSLATION FROM A FOREIGN LANGUAGE

Hladkykh V.D., Burdaiev V.P.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Modern information technologies are increasingly used in the field of natural language processing, in particular for automatic translation tasks. One of the most promising areas is the development of chatbots capable of real-time translation. These chatbots combine natural language processing (NLP), artificial intelligence, and integration with translation service APIs.

This paper reviews existing approaches to implementing chatbots for translation, especially through APIs such as OpenAI GPT and DeepL. OpenAI [1] provides context-aware translation capabilities using its language models, while DeepL [2] offers highly accurate translation in many languages thanks to its advanced neural networks.

The scenario for using a chat bot to process translation requests from foreign languages on the Telegram platform is shown in figure 1. The scenario describes the logic of the chat bot and the order of sending messages. The server component of the chat bot is implemented using Python and includes the following libraries: python-telegram-bot, openai and deepl.

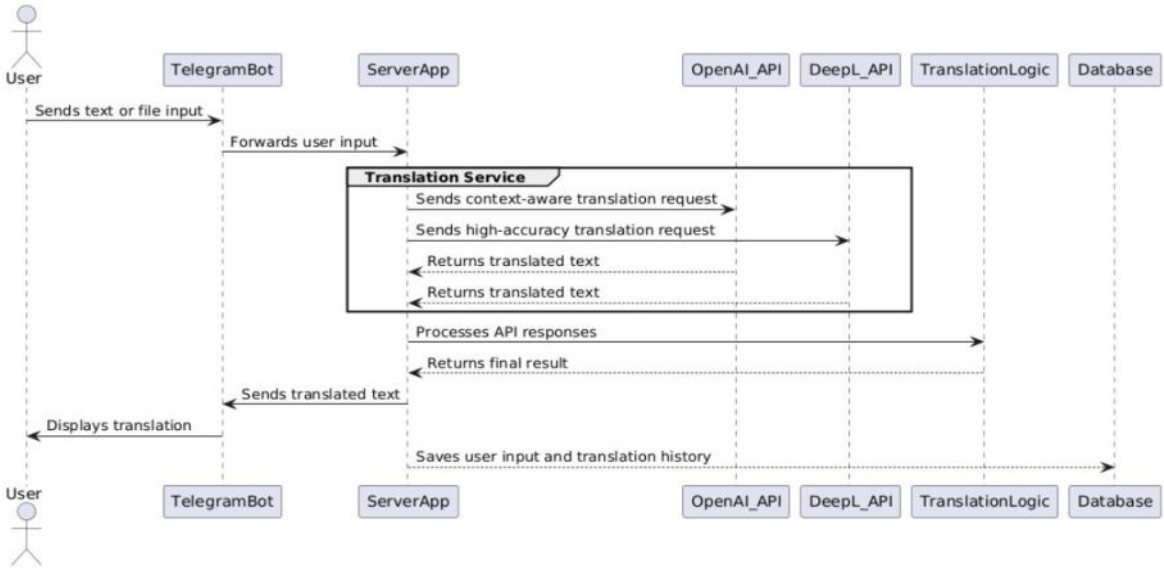


Fig. 1. – Chatbot user interface script for translation into a foreign language

The interaction scheme between the chatbot and the user is that the chatbot receives input data from the user, sends requests to the corresponding translation APIs and returns the translated result to the user.

References:

1. OpenAI API. URL: https://openai.com/index/openai-api/ (дата звернення: 07, 11, 2020).
2. DeepL API. URL: https://developers.deepl.com/docs (дата звернення: 08.02.2022).

USING COMPUTATIONAL AND MACHINE LEARNING METHODS FOR DEVELOPMENT OF A PERSONALIZED FITNESS WEB APPLICATION

Eduard Hlinystyi, Svitlana Kovalenko
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

The research focuses on the study of modern technological solutions in the field of fitness, with a special attention to modern methods of data collection, processing and analysis aimed at providing personalized recommendations on physical activity and nutrition. The result is the spread and popularization of a healthy lifestyle.

Personalized nutrition and training are based on key indicators such as body mass index (BMI), basal metabolic rate (BMR), calorie requirements based on fitness goals, physical parameters, and macronutrient balance. BMI is calculated using a standard formula, and BMR is determined by the Mifflin-St. George method [1]. The need for calories and macronutrients is adjusted according to individual parameters and fitness goals. These values are used in an algorithm that selects suitable exercises from the database, adjusting the duration and number of repetitions based on the user's characteristics and limitations. Each exercise includes a MET value (metabolic equivalent of the task) to estimate energy expenditure during the workout [2].

The project uses machine learning to recommend personalized workout types based on user data such as age, weight, height, body type, gender, activity level, and health status. Classification and clustering methods are used to analyze and group users with similar profiles. Random Forest and KNN are the best options for this task because they work well with small and medium-sized datasets and allow you to take into account many different user parameters. After comparing the models, it turned out that the Weighted K-Nearest Neighbors algorithm was the best solution to the problem, due to its simplicity and accuracy combined with proper data preparation. To reduce noise and improve model reliability, preprocessing steps include validation with logical constraints and Z-score, outlier removal with Local Outlier Factor (LOF), and Z-score normalization with StandardScaler from scikit-learn library to ensure correct distance calculations between users.

The result of this research is a solution to the problem of personalization of a fitness recommendation system that selects the appropriate types of workouts for each user based on their unique characteristics. This solution improves the relevance and accuracy of recommendations and addresses the lack of personalization in most fitness apps. This solution helps users stay motivated, achieve their fitness goals more effectively, and supports their physical and emotional well-being, which is especially valuable in situations with limited access to traditional training environments.

References:

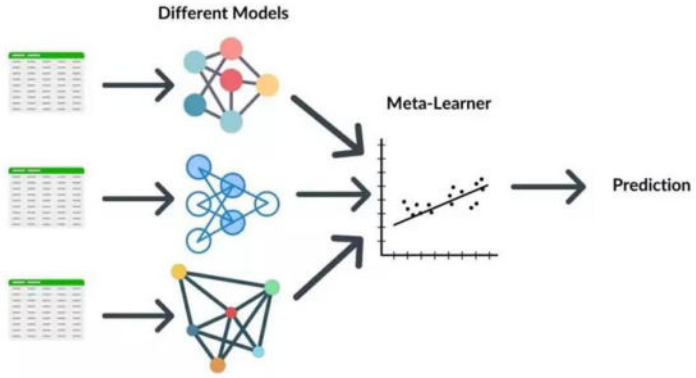
1. Математична модель збалансованого харчування з дефіцитом калорій на базі розширеного методу Міффліна-Сан Жеора [Electronic resource]. – Access mode: https://journals.kntu.kherson.ua/index.php/ppmm/article/view/169.

2. Calculating Activity Burn Using METS: The Old Versus New Formula [Electronic resource]. – Access mode: https://thedifferenceapp.com/calculating-activity-burn-using-mets-the-old-versus-new-formula.

DEVELOPMENT AND RESEARCH OF SOFTWARE COMPONENTS FOR DEMAND FORECASTING BASED ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Serhii Honcharenko-Halitsyn, Andrii Kopp
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

This study introduces an intelligent demand forecasting solution based on deep learning and ensemble techniques, aimed at improving prediction accuracy across multiple markets [1]. A custom software platform was developed and tested using real-world sales data from a Ukrainian poultry producer exporting to Europe, MENA, Asia, and Canada. The forecasting pipeline included data preprocessing (outlier removal, normalization, encoding) and the training of several neural network models: RNN, GRU, Bidirectional LSTM, and CNN-GRU [2]. Their predictions were combined using XGBoost stacking, which served as a meta-learner.



Model	RMSE	MAE	MSE	R^2
RNN	0.2076	0.1970	0.0431	-1.2199
GRU	0.2310	0.2205	0.0534	-1.7495
Bidirectional LSTM	0.2128	0.2098	0.0453	-1.3328
CNN-GRU	0.1697	0.1406	0.0288	-0.4825
XGBoost Stacking	**0.0008**	**0.0007**	**7.15e-7**	**0.9999**

Fig. 1. – Schematic representation of XGBoost stacking [3] and performance comparison of different neural network models

Forecast performance was evaluated using RMSE, MAE, MSE, and R^2 metrics. Among individual models, CNN-GRU demonstrated the best accuracy (RMSE = 0.1697, MAE = 0.1406), while RNN and GRU performed poorly due to issues with long-term dependency handling. The ensemble model outperformed all others, achieving near-perfect accuracy (R^2 = 0.9999, RMSE = 0.0008). These results confirm the effectiveness of ensemble learning in leveraging the strengths of multiple architectures to enhance forecast quality [3].

The proposed solution is well-suited for real-world demand environments and can be integrated into business planning systems to support decision-making, optimize resource allocation, and reduce waste. Future enhancements will explore the inclusion of macroeconomic indicators and the application of Transformer-based models.

References:

1. Daily Food Demand Forecast with Artificial Neural Networks: Kırıkkale University Case // https://doi.org/10.1109/UBMK.2019.8907105, 01.01.2019

2. Artificial Intelligence in Forecasting: Tools and Techniques // https://doi.org/10.1201/9781003399292, 01.01.2024

3. Bagging, Boosting, and Stacking – What's the Difference? // https://spotintelligence.com/2024/03/18/bagging-boosting-stacking/, 18.03.2024

ENHANCING STATIC CODE ANALYSIS WITH LARGE LANGUAGE MODELS

Oleksandr Huliakov, Maria Bilova
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Static code analysis plays a crucial role in software development by identifying potential issues without executing the code. However, traditional tools face challenges in balancing precision with comprehensive coverage and adapting to diverse coding patterns. Current solutions like ESLint and SonarQube, which are used for TypeScript and JavaScript, often rely on predefined rules and patterns that may miss context-specific issues or generate false positives when applied across different codebases.

Large Language Models (LLMs) have demonstrated impressive capabilities in various software engineering tasks including code generation and understanding. This work explores how LLMs can improve the process of static code analysis by offering deeper semantic understanding of code structures and behaviors. Unlike rule-based systems, LLMs can leverage their training on vast code repositories to recognize problematic patterns even when they don't match explicit rules, potentially identifying subtle bugs, security vulnerabilities, and maintainability issues that traditional analyzers might miss.

Proposed system implements a multi-stage analysis pipeline. The process begins with code processing, where source code is parsed and segmented into contextually coherent units that respect the token limitations of LLMs while preserving syntactic structures. Next, in the contextual enrichment phase, each code segment is augmented with project-specific context and customizable analysis rules. The prepared segments then undergo LLM-based analysis, during which the model identifies potential issues and generates improvement recommendations. Subsequently, through result aggregation, recommendations from all segments are collected and consolidated into a unified set. The verification and refinement stage involves a second LLM pass that validates and refines the recommendations, ensuring relevance, consistency, and clarity. Finally, output formalization structures and formats the results for best comprehension by final user.

By integrating the ChatGPT-o4-mini model, selected based on Chatbot Arena benchmarks for coding tasks, the system can interpret code context, apply project-specific standards, and provide meaningful recommendations. Also it allows to set up project rules using natural language and not specific semantics.

Preliminary evaluation through expert assessment shows promising results, with LLM-based analysis identifying issues missed by traditional tools while providing more contextually relevant explanations. This approach demonstrates potential for improving code quality while reducing the effort required to customize analysis for specific project needs.

A HYBRID APPROACH TO CREATING RECOMMENDATIONS BASED ON TWO-LEVEL CLUSTERING AND FUZZY LOGIC

Khomenko S.H., Kovalenko S.M.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Recommender systems address excessive cognitive load and the difficulty of selecting optimal options arising from accessing unlimited online information. Their main task is to provide personalized recommendations based on user tastes. They analyze historical user-item interaction data to predict future user choices.

Improving the recommender system efficiency is a relevant problem. Common approaches like collaborative and content-based filtering have limitations negatively impacting recommendation quality and efficiency, particularly in sparse and high-dimensional rating matrices or when relying on the item metadata quality and availability [1]. There is a need for a method for building a recommender system that enhances user engagement by improving recommendation quality and efficiency through greater individualization of the recommendation creation algorithm.

To overcome these limitations a hybrid approach to recommendation generation is proposed, utilizing fuzzy logic methods and two-level clustering to improve the accuracy and efficiency of recommender systems [2]. The chosen subject area is movie recommendation. The proposed algorithm contains 6 main steps:

1 Item clustering is performed using the k-means method, implementing content-based filtering. This stage proposes to use characteristics like title, description, keywords, genre, director, cast, rating, release year, number of views.

2 The next step is transition from a sparse user-item rating matrix to a lower-dimensional matrix containing the average user rating for a cluster of items.

3 Fuzzy clustering selects the most similar users, implementing collaborative filtering. This allows users to belong to multiple clusters, more accurately reflecting their various preferences and leading to more personalized recommendations.

4 Then a list of items highly rated by similar users is generated.

5 Ratings for selected items are predicted by comparing the user model and the item using a fuzzy logic inference system. To create rules aspects such as the similarity between the user's rated movies and the selected film, movie page visits, the user's interest in the film's series will be considered.

6 Finally, items with the highest predicted rating values are recommended.

To sum up, the proposed algorithm aims to increase the efficiency of recommendations by reducing the dimensionality of the sparse rating matrix and performing clustering on smaller and denser matrices. In addition, the accuracy of the user model is improved through the application of fuzzy logic.

References:

1. Recommender Systems Handbook / ed. by F. Ricci, L. Rokach, B. Shapira. New York : Springer US, 2022.

2. Хоменко С. Г. Підхід до створення рекомендацій на базі нечіткої логіки / С. Г. Хоменко, С. М. Коваленко // *Теоретичні та практичні дослідження молодих вчених* : зб. тез доп. 18-ї Міжнар. наук.-практ. конф. магістрантів та аспірантів – Харків : НТУ "ХПІ", 2024. – С. 184-185.

DEVELOPMENT AND RESEARCH OF SOFTWARE COMPONENTS FOR BUSINESS PROCESS MODEL CORRECTNESS ANALYSIS

Oleksii Kiianov, Andrii Kopp
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

This research solves the relevant scientific and engineering problem of improving the compliance of business process diagrams with modelling rules by developing an appropriate software solution.

Improving the conformance of business process diagrams to modelling standards is extremely important as it promotes uniformity and consistency in the representation of business processes, making them easier to understand, analyze and communicate.

Adherence to business process modelling standards improves clarity, minimizes ambiguity and allows for more effective collaboration between stakeholders, leading to better decision-making, process optimization and overall operational efficiency.

The object of this study is the process of business process model correctness analysis. The subject of this study includes the software components for business process model correctness analysis.

The research aims at the improvement of business process models correctness by analyzing their structure and detecting anti-patterns using the developed software components.

The set of analyzed BPMN models was taken from the public GitHub repository [1], which contains a large number of business process models for research and experimentation. These models belong to different subject areas and describe various business processes, such as shipping goods, credit scoring, insurance claims, and self-service restaurants. The overall accuracy is ≈ 75%, which is a relatively high.

The analysis page of the BPMN model of a software solution for assessing the compliance of business process diagrams with modelling rules is shown in Fig. 1.

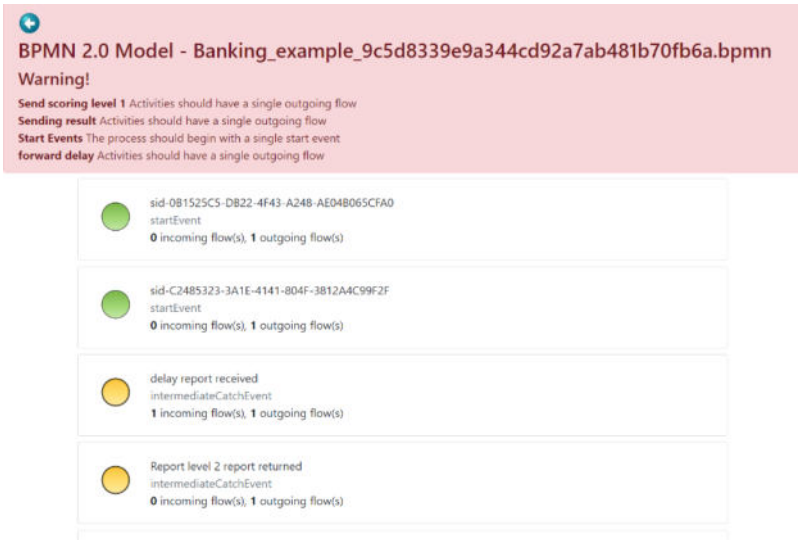


Fig. 1. – BPMN model analysis web page in a software solution

References:

1. BPMN for research, https://github.com/camunda/bpmn-for-research, 17.04.2025.

PERSONALIZATION IN E-COMMERCE USING AI-DRIVEN RECOMMENDER SYSTEMS

Kyryl Kitsun, Svitlana Kovalenko
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

In the contemporary digital economy, e-commerce has become a fundamental component of the global marketplace. As online shopping continues to grow in popularity, there is an increasing need for e-commerce platforms to continuously adapt to evolving consumer expectations. This study is particularly relevant given the potential of artificial intelligence technologies – especially recommender systems – to personalize the shopping experience by aligning product suggestions with individual user preferences [1]. By analysing purchase history and user behaviour, these systems generate tailored recommendations that enhance user engagement and streamline the decision-making process. The integration of AI, data analytics, and recommender technologies significantly contributes to improving customer satisfaction, boosting conversion rates, and strengthening the competitive advantage of online retailers.

Recommender systems are broadly categorized into three different types: content-based recommender systems, collaborative recommender systems, and hybrid recommender systems [2]. While user-based collaborative filtering can be effective, it struggles with scalability. Item-based collaborative filtering offers a more scalable solution by comparing items through their rating vectors, using cosine similarity for its efficiency and accuracy.

The study focuses on developing personalized online store solutions using artificial intelligence, specifically applying Word2Vec as an alternative to the traditional TF-IDF approach. The primary hypothesis is that Word2Vec-based personalization will outperform TF-IDF in recommendation accuracy and user satisfaction.

TF-IDF (Term Frequency-Inverse Document Frequency) represents documents as sparse vectors based on word frequency, emphasizing rare but important words, but it doesn't capture the context or semantics of words – it treats each word independently. In contrast, Word2Vec creates dense, continuous vector embeddings that capture semantic relationships by analysing word co-occurrence in context, making it better suited for recommendation systems, where understanding the relationship between items (or words) is crucial. While TF-IDF is useful for keyword matching and basic search, Word2Vec excels in recommending semantically similar items based on user behaviour or content patterns. To address the cold-start problem, the Word2Vec approach offers the advantage of generating recommendations based on item descriptions or metadata alone, even in the absence prior user interactions.

References:

1. Kitsun K. O. Models and software solutions for online shopping personalisation based on artificial intelligence / K. O. Kitsun, S. M. Kovalenko // Теоретичні та практичні дослідження молодих вчених : зб. тез доп. 18-ї Міжнар. наук.-практ. конф. магістрантів та аспірантів, – Харків : НТУ "ХПІ", 2024. – С. 34-35.

2. Roy D., Dutta M. A systematic review and research perspective on recommender systems. Journal of Big Data. 2022. T. 9, 59. DOI: 10.1186/s40537-022-00592-5.

METHODS OF ANALYZING USER BEHAVIOR OF WEB RESOURCES

Kiva V.O., Liutenko I.V., Kosmachov O.S.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

The relevance of the task of analyzing and predicting the behavior of web resource users lies in the rapid development of digital technologies and the growth of competition in the online environment. Modern companies, regardless of the field of activity, actively use web resources (sites, applications, online services) as the main channels of interaction with users. The success of such resources directly depends on the ability to understand, predict and adapt to the behavior of their audience. In a highly competitive market, it is important not only to attract new users, but also to retain existing ones. To do this, it is necessary to identify patterns in the actions of visitors, assess their interests, identify churn factors and develop personalized offers.

Behavior analysis allows you to optimize the structure and content of a web resource, increase its conversion, improve user experience and, as a result, increase business profitability. Behavior forecasting, in turn, allows you to make decisions in advance: anticipate customer needs, recommend relevant content, reduce the likelihood of failures, plan marketing campaigns and effectively manage resources. This task is becoming especially relevant in the era of big data and the development of machine learning methods that allow us to build accurate models based on the behavior of millions of users in real time. Thus, the task of analyzing and predicting user behavior is an important scientific and practical problem that has wide application in marketing, e-commerce, user interface development, and strategic management of digital products.

To analyze the behavior of web resource users, many methods are used, which can be conditionally divided into qualitative and quantitative.

Quantitative methods are based on collecting and analyzing numerical data. These include:

1. Web Analytics (using tools like Google Analytics, Matomo – visits (sessions), unique users, viewing depth, time on site, bounce rate).
2. Click Tracking (tracking clicks on interface elements (buttons, links); tools used: Hotjar, Crazy Egg, Clarity).
3. User Flow / Funnel Analysis (studying the routes users take through the site; Helps identify bottlenecks and exit points).
4. A/B testing (comparison of several versions of pages/site elements to determine the most effective).
5. «Heatmaps» (visualize user activity (clicks, mouse movements, scrolling).

Qualitative methods focus on user motivation, emotion, and goals. These include: Usability testing, Surveys and questionnaires, Interviews, Session Replay analysis.

Additional methods that can be used include: Cohort analysis, Behavioral targeting and segmentation, Event tracking, etc.

DEVELOPMENT OF A CONTROL ALGORITHM FOR THE MUNICIPAL SOLID WASTE INCINERATION PROCESS IN AN INDUSTRIAL FURNACE WITH OPTIMIZED VALVE REGULATION

Volodymyr Komusii, Lidia Feshanych
Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk, Ukraine

Incineration of municipal solid waste (MSW) in industrial furnaces is an effective method for waste disposal with the potential for energy generation. However, the complexity of the process, encompassing combustion (CSP), flue gas treatment (FGT), steam production (WSC), and auxiliary processes (BOP), requires precise control to ensure energy efficiency and environmental safety [1]. This study aims to develop a control algorithm for the MSW incineration process in an industrial furnace based on a computer-integrated control system (CICS). The proposed algorithm focuses on key process parameters: combustion zone temperature, air supply, waste feed rate, and flue gas composition. It utilizes data from sensors monitoring these parameters in real-time during the CSP stage, combined with machine learning algorithms to predict variations in MSW composition. The algorithm incorporates an adaptive controller that adjusts air and fuel supply, maintaining temperature stability (deviation within 4%) and minimizing the formation of toxic compounds like dioxins. At the FGT stage, the algorithm optimizes reagent injection, reducing gas treatment costs.

Building on this algorithm, the study further optimizes the combustion section (CSP) by integrating valve regulation within the CICS. The process begins with the delivery of MSW from a bunker via a dosing device, where slide valves regulate the waste feed rate onto the grate, ensuring uniform loading (up to 500 kg/m²) and preventing furnace overload. In the combustion zone, waste is incinerated at 850–1000°C, facilitated by primary air supplied through valves beneath the grate (flow rate of 2–3 m³/kg of waste), supporting intense combustion of organic components. Secondary air, controlled by rotary valves above the combustion zone, is introduced for the afterburning of volatile compounds (flow rate of 1–1.5 m³/kg), reducing the formation of dioxins and furans. The heat generated is transferred to heat exchange surfaces, where water is heated to 400°C, producing steam at 40 bar for turbine operation. The CICS integrates these valves with the adaptive regulator, analyzing real-time data from temperature, pressure, and gas composition sensors (CO, O_2) to adjust valve positions [2]. This ensures temperature stability (deviation within 4%), reduces NOx emissions by 15%, and increases process efficiency by 8%. The combined approach confirms the effectiveness of the developed algorithm and valve regulation within the CICS framework. Future research will focus on integrating the system with CO_2 capture technologies and automating valve regulation using IoT technologies.

References:

1. Waste Incineration. European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau (EIPPCB). Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Waste Incineration. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/2020-03/superseded_wi_bref_0806_0.pdf.

2. Промислові комп'ютерно-інтегровані системи: принципи проектування та експлуатації / За ред. В.М. Дубового. – Київ: НТУУ "КПІ", 2018. – 320 с.

MODELING CHAOTIC BEHAVIOR OF NONLINEAR DYNAMO EQUATIONS USING AN ARTIFICIAL NEURAL NETWORK

Michael Kopp[1], Andrii Kopp[2]

[1]Institute for Single Crystals, NAS Ukraine, Kharkiv, Ukraine

[2]National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv, Ukraine

Nonlinear dynamo models are crucial in understanding the generation of magnetic fields in astrophysical plasmas. This work looks into the complicated behavior of a nonlinear dynamo system consisting of four connected differential equations that have nonlinear coefficients [1]. The system models the mutual interaction of two subsystems through state-dependent parameters. As shown in [1], numerical integration reveals signatures of chaotic behavior. Phase portraits and temporal dynamics illustrate the sensitivity to initial conditions and the emergence of irregular attractors. We investigated the potential for using artificial neural networks (ANNs) to model nonlinear dynamo equations [1] and predict chaotic behavior of large-scale vortex (x, p) and magnetic fields (X, P). The system was numerically integrated using the fourth-order Runge-Kutta method over the time interval $t \in [0, 2000]$. The resulting data set was used to train a feedforward neural network to approximate the state transitions. After training, the ANN was used in an autoregressive mode to simulate the system's evolution. Fig. 1 shows the results of computer simulations.

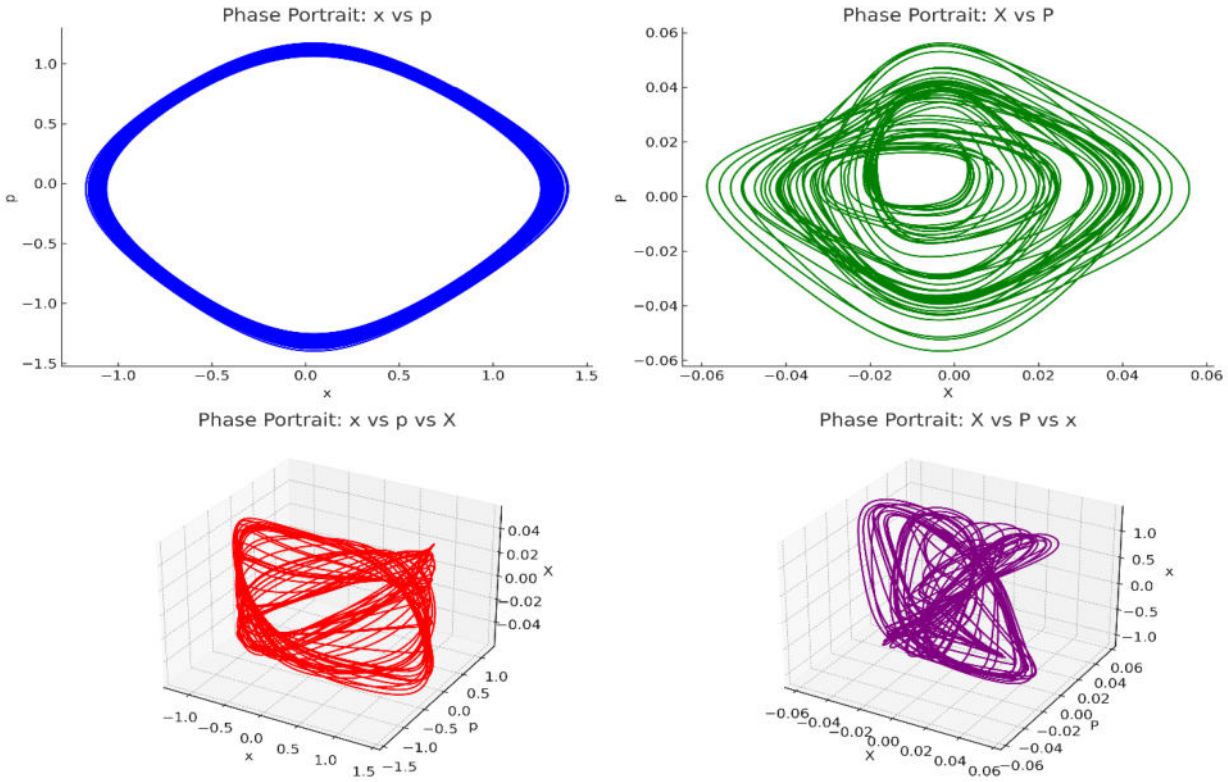


Fig. 1. – These portraits reveal irregular loops, divergence in state space, and complex behavior typical of chaotic systems. There is an obvious excellent fit with the phase portraits from work [1]

References:

1. Kopp M. I., Tur A. V., Yanovsky V. V. Nonlinear Dynamo. arXiv:1612.08860v1. 2016.

INTELLIGENT SOLUTION FOR BUSINESS PROCESS MODEL QUALITY AND ERRABILITY ANALYSIS

Andrii Kopp, Mykhailo Godlevskyi
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

This study considers the problem of business process models quality assurance. Nowadays, BPMN (Business Process Model and Notation) is a standard notation for business process modeling, offering the understandable syntax and semantics to bridge the gap between business and technical stakeholders in the information systems design and development [1]. Therefore, created BPMN diagrams should be of high quality to minimize errors and provide efficient blueprints for the workflow description, analysis, improvement, and automation.

The proposed procedure of BPMN models analysis is demonstrated in Fig. 1.

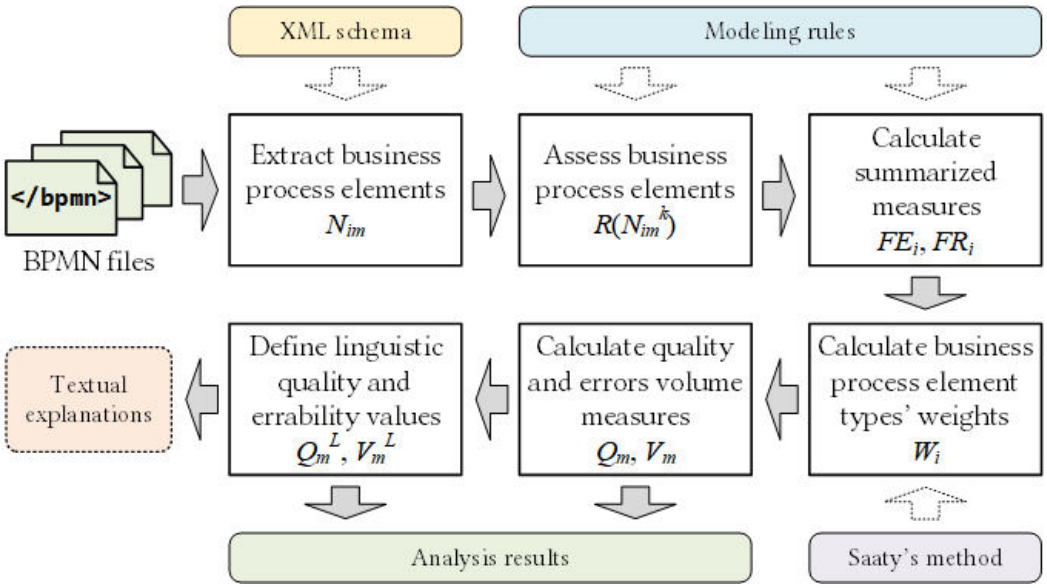


Fig. 1. – Proposed BPMN models analysis procedure

The proposed approach (Fig. 1) assumes extraction of business process elements and their features from BPMN files, processed as XML documents. Then each element is assessed toward modeling rules [2], summarized measures of fault elements (FE) and the overall fault rate are calculated (FR), Saaty's pairwise comparison is utilized to estimate the weights of different business process element types, and the quality and error volume (i.e. "errability") estimates are calculated. The linguistic values for both quality and errability measures are defined using the Harrington scale to analyze the obtained assessments and make decisions on BPMN models quality.

References:

1. A. Correia, F. Brito e Abreu, Enhancing the correctness of BPMN models, In: Information Resources Management Association (Ed.), Hershey: IGI Global, 2020, pp. 373–394. doi:110.4018/978-1-5225-9615-8.ch017.

2. O. Yanholenko, A. Kopp, D. Orlovskyi, U. Litvinova, Towards algorithmic and software solution for business process model analysis and correction, in: MoDaST-2024: 6th International Workshop on Modern Data Science Technologies, Lviv-Shatsk, Ukraine, 2024, pp. 86-103. URL: https://ceur-ws.org/Vol-3723/paper6.pdf.

BUSINESS PROCESS MODEL EVALUATION USING INTELLIGENCE THEORY METHODOLOGY

Andrii Kopp, Dmytro Orlovskyi
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Let us utilize the growing artificial intelligence research trend to formalize the human-centric analysis of BPMN (Business Process Model and Notation) models and their certain elements, by applying the comparator identification method originated from the intelligence theory [1].

Since BPMN models are de-facto standard tools of business process description, used to analyze, improve, implement, and automate workflows in organizational and information systems, they should be of high quality to effectively link business and engineering teams [2]. Moreover, erroneous BPMN may cause errors in real processes for the new workflows or signalize shortcoming of existing activities.

Let us apply the indirect identification method based on predicate logic, which takes any data (signals) as input and provides binary values (0 or 1) on output [1]:

$$\mathrm{P}(x_1, x_2, \dots, x_n) = \mathrm{K}\big(y_1 = f(x_1), y_2 = f(x_2), \dots, y_n = f(x_n)\big) = t,$$

where $x_1, x_2, \dots, x_n$ are the input signals of the predicate P;

$y_1 = f(x_1), y_2 = f(x_2), \dots, y_n = f(x_n)$ are the internal signals;

K is the comparator with n inputs and a binary output $t \in \{0,1\}$.

The idea of BPMN elements' comparator identification is shown in Fig. 1.

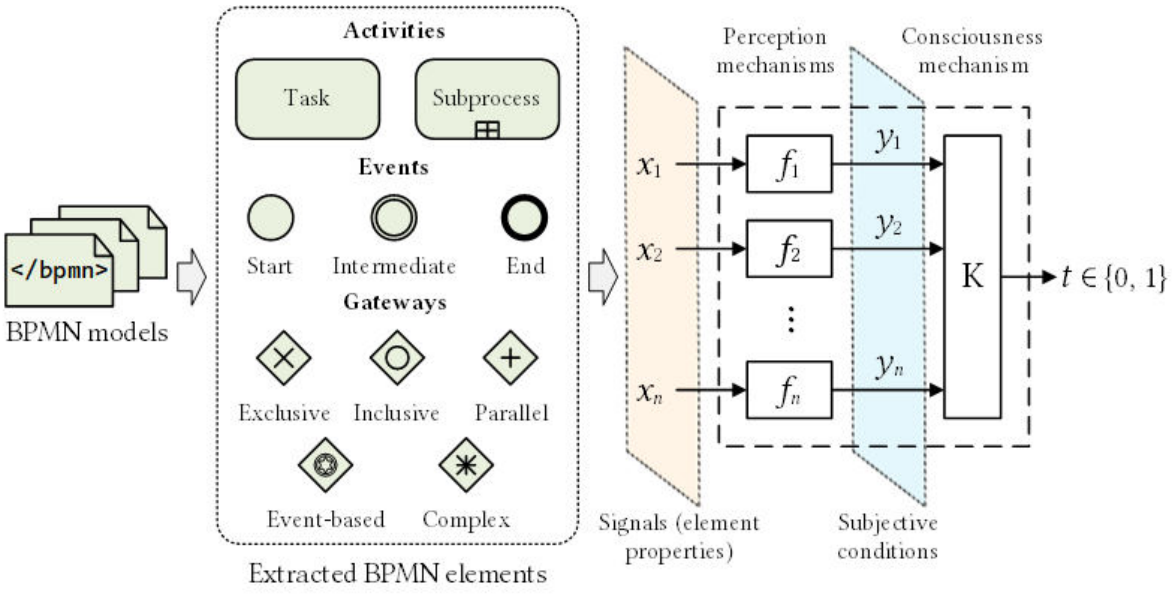


Fig. 1. – Using comparator identification approach to assess quality of BPMN models

References:

1. V. Sokol, M. Tkachuk, M. Godlevskiy, M. Bilova, D. Studenikin, An Approach to ICT Professionals' Skills Assessment based on European e-Competence Framework, in: ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer, Kharkiv, Ukraine, 2020, pp. 677-692. URL: https://ceur-ws.org/Vol-2732/20200677.pdf.

2. A. Gębczyńska, K. Vladova, Comparative analysis of selected process maturity assessment models applied in the public sector, Business Process Management Journal 29(3) (2023) 911–928. doi:10.1108/BPMJ-09-2022-0420.

AUTOMATED GENERATION OF DATABASE SCHEMA DESCRIPTIONS BASED ON BUSINESS RULES

Denys Korotysh, Andrii Kopp
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Modern web applications increasingly rely on automation tools to transform business requirements into technical implementations. One of the critical tasks in software development is the design and description of a database schema. Manual translation of business rules into database structure is often time-consuming and error-prone [1]. Hence, this research aims to simplify this process by developing a software tool that automatically generates database schema definitions (DDL) based on textual business requirements.

The developed system is built using a client-server architecture. The client side is responsible for the user interface and interaction, allowing users to input textual business rules through a web interface. The server side processes the input, applies logic to interpret the data model, and generates a DDL script for the corresponding relational database.

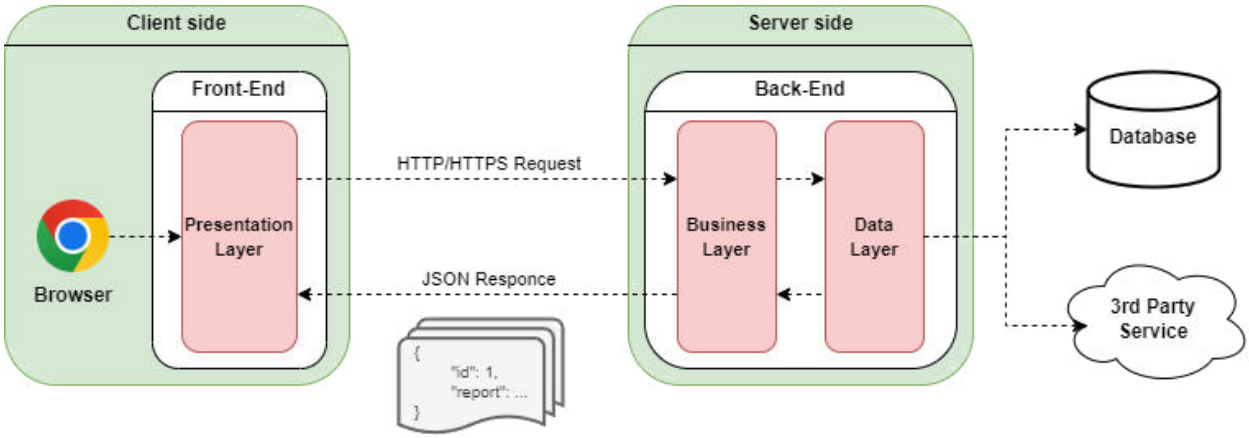


Fig. 1. – General presentation of client-server architecture

The application architecture includes three main components:

1. Client-side interface, implemented in a web browser, where users can enter and manage business rules.
2. Application server, which interprets the input, executes core logic, and communicates with the database layer.
3. Database server, which stores and manages data and provides a test environment for executing generated SQL scripts.

This approach helps reduce the complexity of the database design process and makes it more accessible for analysts and non-technical users. The system is designed to be modular and extensible, allowing integration with additional rule engines or support for different database platforms.

References:

1. Kopp A., Orlovskyi D. An Approach and a Software Tool for Automatic Source Code Generation driven by Business Rules // CEUR Workshop Proceedings. 2022. Vol. 3171. P. 239–246. URL: https://ceur-ws.org/Vol-3171/paper28.pdf

DESIGN OF AN INFORMATION SYSTEM TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF STEAM GENERATOR CONTROL AT NUCLEAR POWER PLANTS

Nina Kotsiuba, Olena Nikulina
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Relevance of the Topic.

The steam generator is one of the key components of the energy circuit at a nuclear power plant (NPP), responsible for transferring heat from the reactor to the turbogenerator. Its stable and efficient operation is critically important for ensuring the safety and economic efficiency of NPP operation.

Purpose of the Study.

To develop an information technology solution for optimizing the steam generator control system in order to improve the reliability, energy efficiency, and adaptability of the equipment under real operating conditions.

Research Objectives.

1. Analyze existing control systems for steam generators at NPPs;
2. Identify the main control and regulation parameters: pressure, temperature, water level, and coolant flow rate;
3. Investigate the potential use of predictive control and machine learning algorithms to optimize processes.

Structure of the Developed Information Technology.

1. A real-time monitoring and diagnostics module for the steam generator condition;
2. Intelligent algorithms for forecasting changes in technological parameters;
3. A decision support system for operational adjustment of operating modes.

Expected Implementation Results.

1. Increased safety in the operation of NPP steam generators;
2. Reduction in energy and operational costs;
3. Improved system responsiveness to dynamic load changes.

Prospects for Further Research.

Future research will focus on testing the technology under simulated emergency conditions and its integration into existing automated control systems at NPPs.

References:

1 Іванов С. О., Петров І. М. *Автоматизовані системи керування в енергетиці*. – Київ: Наукова думка, 2021.

2 Захарченко В. Л. *Парогенератори атомних електростанцій: конструкція та експлуатація*. – Харків: УкрЕНІ, 2019.

3 Koryagin A., Smirnov D., Dron A. *Intelligent Predictive Control Systems for Steam Generators of NPPs*. // *Nuclear Engineering and Design*, 2020. Vol. 359, 110421.

4 Ткаченко Н. В., Омельченко П. Г. *Застосування методів машинного навчання в енергетичних системах*. – Дніпро: УДХТУ, 2022.

5 Miettinen J., Salonen J. *Monitoring and Diagnostics of Nuclear Steam Generators*. // *Progress in Nuclear Energy*, 2018. Vol. 108, pp. 101–115.

LOW-LEVEL PIPELINE FOR EXTRACTING SCALAR DATA VALUES FROM WEATHER FORECAST SITES

Yaroslav Kravets, Iryna Liutenko
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

The quality of weather forecasts is extremely important for the national economy and for ordinary citizens. Depending on the forecasts, management decisions are made, starting from "what to wear" and ending with "whether to start a military campaign". The authors proposed to use a multi-agent system [1-2] for processing/unification of weather data from WEB-sites. This article reveals a low-level approach to retrieving data from hierarchical formats such as HTML and Json. These formats were chosen because data on websites is most often presented in them.

When extracting weather data, simple data include date/time, humidity, temperature, wind direction and wind speed, pressure, precipitation, absolute/relative humidity, etc. In general, at a low level, the extraction of values for each of the weather parameters occurs as follows:

In the first step, data is obtained from a hierarchy element. The element can be different, depending on the format, for Json it is a Json Element, for HTML it is a HTML attribute or a HTML element. To select the desired hierarchy element for the HTML format, the XPATH language is used. For the JSON format, the JSON PATH query language is used, respectively. Regardless of the format of the processed file, the result of this step is the raw text data.

In the second step, post-processing of raw data from the previous step occurs using some regular expressions. This is necessary in order to extract valuable data from a raw text fragment. This step is optional, because in some cases the text itself contains only useful information and does not require such additional processing.

In the third, final step, the conversion of valuable data from the previous steps to the appropriate types is performed: for temperature, wind speed, humidity – the destination type is a floating-point number, for wind direction the azimuth angle is used, therefore, the conversion to floating point is also performed, for date/time – conversion to C# type DateTime. For some values, a simple conversion from string type to number occurs, but for wind direction and settlement dictionaries are used. It is needed, for example, to convert a verbal value such as "S.S." or "Kyiv" to a numeric or enum, respectively.

The proposed approach is a pipeline for extracting data from Json and HTML formats. In our study, it is used to obtain weather data. But it can also be used for mining other data that can be found on WEB pages. Also, due to the nature of the format, this approach will be relevant when working with XML files.

References:

1. Karina Melnyk, Yaroslav Kravets, Iryna Liutenko, Svitlana Yershova, Oksana Ivashchenko, Dmytro Yershov and Olena Odyntsova. Multi-Agent Approach for the Unification of Meteorological Data. *COLINS 2023*, URL: https://ceur-ws.org/Vol-3403/paper37.pdf

2. Liutenko I., Kravets Y. Principles of polite crawling for collecting weather data from websites. *Odesa 2024*, URL: https://repository.kpi.kharkov.ua/items/b6c46d23-48c1-400d-a6b9-87577232bcbd

MODERN CRYPTOGRAPHIC FRAMEWORKS FOR EDUCATIONAL DATA PROTECTION

Oleg Kyrychenko, Oleksandr Shmatko
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

The digital transformation of education has led to the exponential growth of sensitive student data, intensifying the need for robust privacy-preserving mechanisms. This study examines modern approaches to educational data security, focusing on tokenization, encryption, differential privacy, federated learning, and secure multi-party computation (MPC). Tokenization is emphasized as a practical method for replacing sensitive student identifiers with non-sensitive placeholders, thereby enabling data protection without compromising usability. Vault-based and vaultless tokenization models offer different trade-offs between performance and scalability, especially when integrated into real-time learning management systems.

Complementary techniques such as encryption and differential privacy enhance data confidentiality during storage, transmission, and analysis. While traditional encryption like AES-256 is foundational, homomorphic encryption offers a breakthrough by allowing computation on encrypted data, though it remains computationally intensive. Differential privacy, by contrast, introduces statistical noise to data outputs, enabling institutions to publish aggregate information without revealing individual identities–an approach adopted by government initiatives like the U.S. Department of Education's College Scorecard [1].

Federated learning further decentralizes model training by keeping raw data on local devices, sharing only model updates with central servers. This technique is especially relevant in multi-institutional contexts, supporting collaborative improvement of educational tools while preserving data sovereignty [2]. Blockchain also emerges as a key enabler for secure credential verification, with bibliometric analyses highlighting its growing application in academic certification and institutional governance [3].

While each of these technologies offers unique advantages, their combined implementation is essential to establishing a comprehensive privacy framework. This study advocates for a modular, interoperable tokenization system that integrates seamlessly with existing educational infrastructures, addressing regulatory compliance while enabling data-driven innovation. Future research should prioritize optimizing advanced cryptographic methods for real-time deployment and expanding privacy-aware AI applications in smart learning environments.

References:

1. Priedigkeit M., Weich A., Schiering I. Privacy and Identity Management. Springer, 2020.
2. Jiang H., Yu R., Liu J. //*IEEE Trans. on Industrial Informatics*. 2021. Vol. 17(4), P. 2484–2493.
3. Jain R., Seth N., Sood K., Grima S. Digital Transformation. Springer, 2023. P. 53–66.

USING NLP MODELS IN A RECOMMENDATION CHATBOT FOR SELECTING A THESIS SUPERVISOR

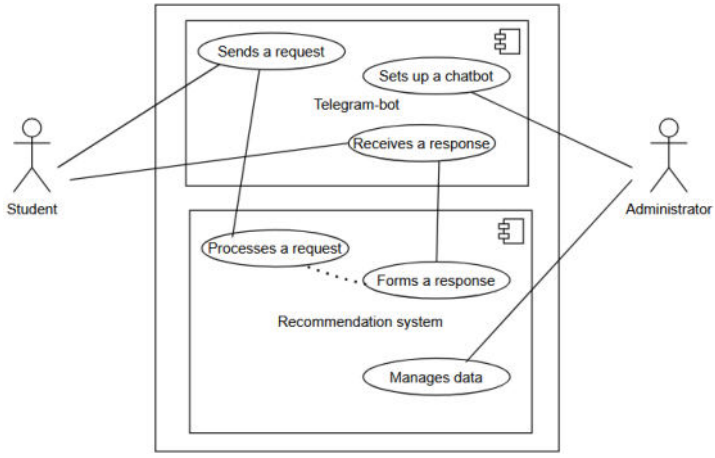
Maksym Litvinenko, Oksana Ivashchenko, Svitlana Yershova, Olha Yanholenko
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

The use of intelligent systems in education opens up new approaches to automating processes such as the student's choice of a thesis supervisor. As part of this bachelor's project, a Telegram chatbot [1] with an integrated recommendation system was developed, capable of analyzing students' queries in natural language and comparing them with the research profiles of the department's lectors.

Three main approaches to query analysis were considered: (1) statistical methods (keywords, TF-IDF + cosine similarity) - simple to implement, but with low sensitivity to synonyms, word order and context; (2) Word Embeddings (Word2Vec, FastText) - models that capture semantic similarity between words, but are limited in understanding the full context of the sentence; (3) Sentence Transformers [2] - modern multilingual models that efficiently process short queries, preserving semantics at the sentence level, which is crucial for high-quality semantic matching.

After comparative analysis and testing, it was decided to use one of the multilingual models from the Sentence Transformers family, which supports the Ukrainian language and provides high-quality results without requiring additional training data. The system works by converting both student queries and teacher profiles into vector embeddings and calculating the cosine similarity between them.

The Use Case diagram (Fig. 1) shows the main scenarios of user interaction with the Telegram chatbot.



Picture 1 – Use case diagram of interaction with the Telegram chatbot for supervisor selection.

The use case diagram illustrates how the chatbot supports students in choosing a thesis supervisor by automating query analysis and the recommendation process – a practical application of NLP for personalized academic assistance.

References:

1. Telegram Bot API. (n.d.). // https://core.telegram.org/bots/api, 15.04.2025
2. Reimers, N., & Gurevych, I. (2019). Sentence-BERT: Sentence Embeddings using Siamese BERT-Networks. Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing. https://arxiv.org/abs/1908.10084

DEVELOPMENT OF A WEB APPLICATION FOR AUTOMATING THE QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT (QFD) PROCESS

Lobach O., Chernikov S., Sarzhevskyi A., Moshko Ye.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

In today's competitive environment and high consumer demands for product quality, technologies that effectively transform customer needs into product specifications are gaining importance. One of the key methods used by Mitsubishi back in 1972 [1] is Quality Function Deployment (QFD). This method provides a systematic approach to quality planning at all stages of the product life cycle, contributing to the creation of a competitive, consumer-oriented product.

The software implementation of this method in the form of a web application will simplify the QFD process, provide quick access to data and convenient visualization of results, which will improve the final quality of products.

To implement the client part of the application, React.js was chosen in combination with the Material UI component library. This combination allowed us to create pages with an attractive design and dynamically updated content, which is critically important for building a matrix. After all, its structure involves constant changes as a result of user decisions and actions. The Node.js platform is responsible for the functioning of the server side. It allows you to extend the functionality by installing and integrating various tools, including Prisma ORM for working with databases.

Working with the web application involves the gradual passage of eight stages of planning a new product within the framework of the quality function deployment technology. After creating an account and logging into the system, the user creates a new product project, adds customer requirements, assigns them an importance rating, and also enters the corresponding technical specifications. After that, the system automatically generates a QFD matrix.

Having opened a project from the list of available ones, the user can interact with the QFD model. By clicking on the corresponding cells and selecting options from the list, he can assess the relationship between customer needs and technical requirements, fill in the correlation matrix of technical requirements. Based on the entered data, the system will automatically calculate the importance rating for each technical requirement. The user can also add a competitor study and assess the competitiveness of his own project.

To analyze the results, a visual representation of the distribution of customer requirements, the importance rating of technical requirements, and comparative analysis by criteria in the form of diagrams is available. The system provides the user with access to a separate page with step-by-step instructions for working with QFD.s.

References:

1. Менеджмент якості в аспекті конкурентоспроможності об'єктів : навч. посібник / М. П. Грінченко, О. В. Лобач, М. А. Гринченко; за ред. проф. І. В. Кононенка. – Харків : НТУ «ХПІ», 2016. – 144 с.

DEVELOPMENT AND RESEARCH OF SOFTWARE COMPONENTS FOR QUALITY ASSESSMENT OF BUSINESS PROCESS MODELS

Roman Luchnoi, Andrii Kopp
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Small companies and large enterprises can use business process modelling as a key element of a Business Process Management strategy to map their operations into graphical diagrams that can then be used by business analysts to identify ways to improve organisational workflows.

It is assumed that business process models that violate the rules of business process modelling are incomprehensible and unsuitable for further work, which can lead to various errors at the stages of business process analysis, improvement and implementation of proposed modifications, i.e. during the development, testing and maintenance of various software components, information system components, etc. Therefore, this study investigated the structural measures of BPMN (Business Process Model and Notation) diagrams.

The existing software solutions for business processes modelling were analyzed, including ProcessMaker, Questetra BPM Suite, BizAgi Process Modeler, and Adonis.

The general design of the system architecture is proposed, and the database and software application were designed and implemented as the three-tier client-server web application based on Java, using the Oracle database.

Fig. 1 shows the home page of the developed software solution for assessing the quality of business process models. It shows a list of BPMN business process models evaluated for quality indicators against thresholds and error probabilities. The evaluated models were taken from the open BPMN model repository created by Camunda [1].

Name	Tasks	Start Ev.	End Ev.	OR-splits	Error Probability
Excercise_3_-_Subrogation_995343cb589c438e9e0edd816860d54f.bpmn	7	1	3	0	0.05
Exercise3_Regress_41a37ed15e824f5dafac82ffd71ea1de.bpmn	7	1	0	0	0.00
Exercise_3_-_Recourse_4fd5fffa728a4c5ab18cc6ae7a1cb95a.bpmn	7	1	4	0	0.05
Exercise_3_0266c9c0cf4c407bbcdbb3e4ff245102.bpmn	7	4	2	0	0.07
Exercise_3_f2ef3302a810413795d0fd9aa0f3d44c.bpmn	7	1	2	0	0.00
Exercise_3_Recourse_d6c211d232e248ed83cad2a0dcb1e19e.bpmn	8	1	3	0	0.05
Ex_3_906bd7c47cfb4257ac43aa297c2da4cf.bpmn	5	1	2	0	0.00
New_Process_e4405e688afa461a912b03281c13e44d.bpmn	5	1	1	0	0.00
Recourse_5ac35cacc88b43f9a0712c2b46ddbc07.bpmn	6	1	1	0	0.00
Recourse_642c92777f41437c8765ee142cb6964c.bpmn	3	1	2	0	0.00
Recourse_86d1ce1b0c73424c8edb8a136099b586.bpmn	4	1	3	0	0.05
Recourse_fb013b492cba4b8fb0fd38bdbcec65f5.bpmn	8	1	3	0	0.05
Recourse_Process_4ec053cbebfd4cb88665ee6916ae9ff9.bpmn	9	1	5	0	0.05
regressnahme_-_english_53f7c52ab6dd402a9f74f682293fb1cf.bpmn	5	1	4	0	0.05

Fig. 1. – Example of measured thresholds and error probability of BPMN models

BPMN business process models were evaluated in terms of quality indicators and compared to thresholds to calculate the probability of errors.

References:

1. BPMN for research, https://github.com/camunda/bpmn-for-research, 16.04.2025.

DEVELOPMENT OF FUNCTIONAL REQUIREMENTS FOR EMPLOYEE COMPETENCY AUDIT SYSTEM

Melnyk K.V., Savin D.V., Litvinova U.S.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

The employee competency audit involves determining the alignment between an employee's characteristics and the requirements of their position. Competencies encompass a combination of knowledge, skills, values, and behaviors that enable individuals to perform their roles successfully. These characteristics are measured against a competency profile – a structured set of competencies at defined proficiency levels that specify job requirements in measurable terms. Ensuring the alignment of employee competencies with job profiles enhances organizational performance, job satisfaction, and staff retention. Given the complexity and strategic importance of competency assessment, there is a growing need for software tools that support its implementation. Therefore, it is proposed to develop a software solution, such as an employee competency audit system, to enhance organizational efficiency.

Any system development process commences with the formulation of a software requirements specification. It fully describes what the software will do and how it will be expected to perform in the form of functional requirements and non-functional Requirements. Let's consider functional requirements for employee competency audit system in the form of use-case diagram (Figure 1).

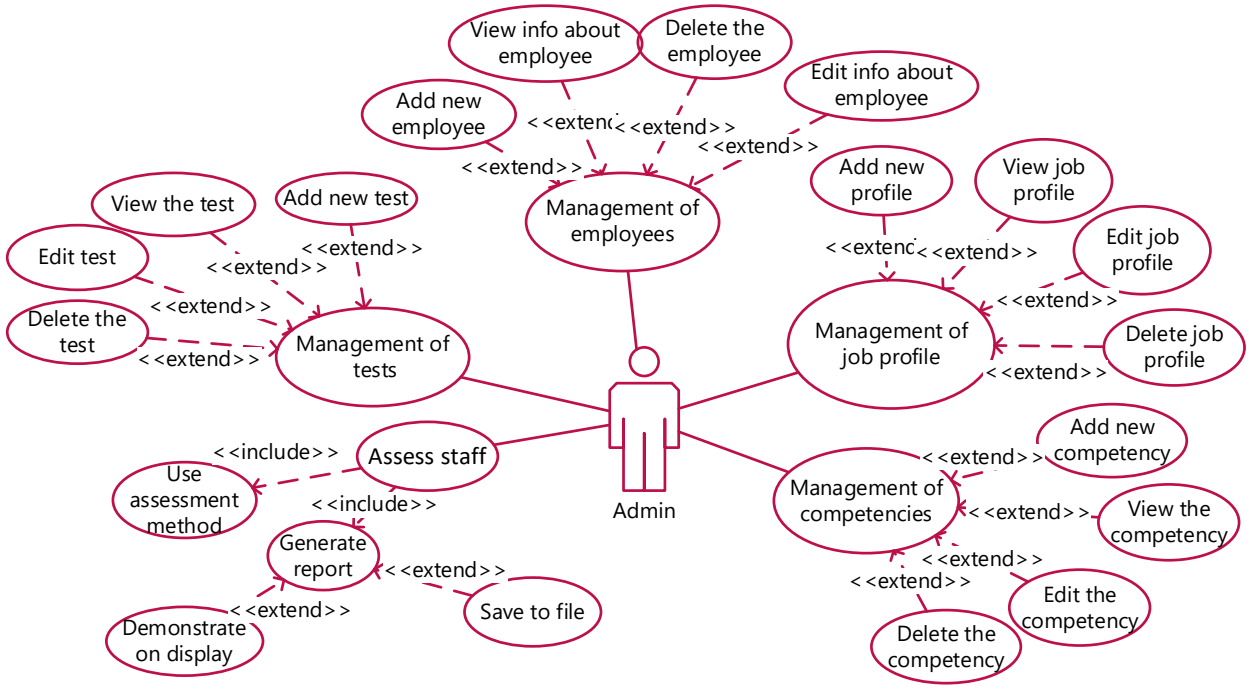


Figure 1 – Use case diagram for employee competency audit system

There are the following functional requirements: management of competencies; management of job profile; management of tests; management of employees; assess staff: this requirement responsible for conducting the expertise of professional skills of personnel due to surveys, interviews, and expert consultations.

FEATURES OF IMPLEMENTATION AND SELECTION OF DISTANCE LEARNING PLATFORM

Melnyk K.V., Yershova S.I.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

The rapid development of digital technologies and the expansion of the global network have contributed to the active implementation of distance learning, especially after the COVID-19 pandemic. Among the main advantages of distance learning are flexibility in time planning, the ability to study from any place and on any device, adaptation of the educational process to the individual needs of the student, as well as access to courses from leading world universities. However, this format is also accompanied by certain challenges: a decrease in the level of socialization, the need for a high level of self-discipline, and technical difficulties. Distance learning is also transforming teaching activities. On the one hand, it opens up new opportunities: teaching to a wide audience, the use of video lectures, and automation of assessment. On the other hand, it requires additional training for teachers, resources for creating high-quality content, and overcoming technical barriers.

The distance education format involves the use of specialized platforms that provide a structured environment for presenting educational content. The market offers a large number of distance learning platforms (DLPs) with similar functionality, so the task of choosing the optimal DLP is relevant. There are many different stakeholders of the educational process: students, teachers and the administration of the educational institution. They form a list of requirements for the educational platform (Figure 1).

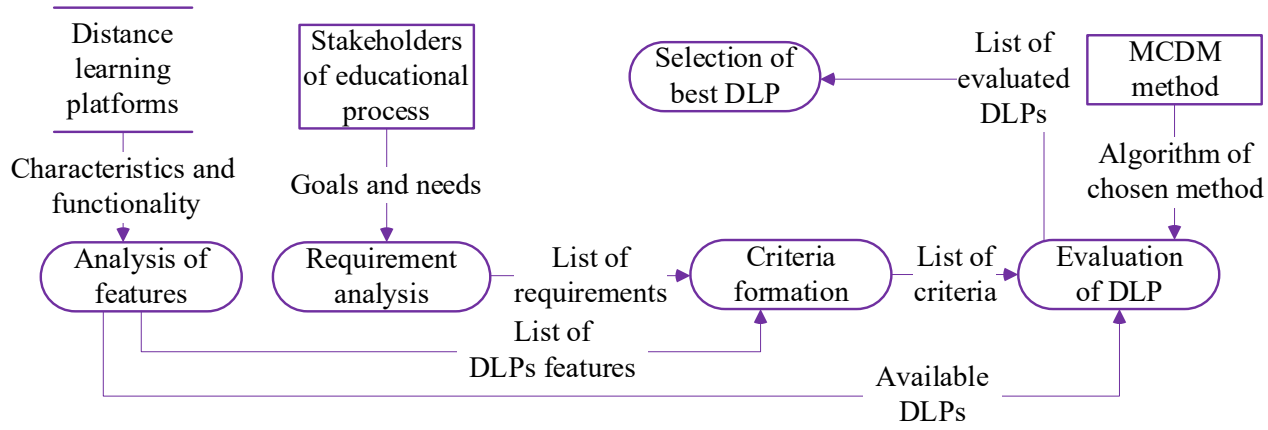


Figure 1 – Data flow diagram of selection process of DLP

Based on the list of requirements and the available functionality of the considered DLP, a list of criteria is formed. The criteria may have different optimization directions. Then, to solve the problem of choosing the optimal DLP, it is necessary to use multi-criteria decision-making (MCDM) methods. Therefore, the choice of an optimal DLP should be carried out comprehensively, taking into account the needs of all stakeholders in the educational process.

SOFTWARE DEVELOPMENT PROJECT MANAGEMENT EFFICIENCY IMPROVEMENT BASED ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE METHODS

Ivan Nesterenko, Andrii Kopp
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

The complexity and dynamism of modern software development projects create new challenges for project management. Traditional methods often fail to ensure accurate forecasting, optimal resource allocation, and adaptability to changes in the Software Development Lifecycle (SDLC). Meanwhile, the integration of Artificial Intelligence (AI) into software development significantly increases the efficiency of tasks within the SDLC, in particular by automating code generation, reviewing, and predicting errors [1].

This study resolves a task of selecting AI tools in software project management. It introduces a mathematical optimization model designed to minimize AI tool costs while meeting quality standards in integration, support, features, and pricing. The model uses normalized expert evaluations from sources like Gartner Peer Insights to support decision-making for specific project tasks. Binary decision variables determine the optimal set of AI tools for distinct project activities.

The practical implementation of the model is realized through an information technology framework, supporting the systematic and adaptive selection of AI-based solutions. As a result, AI tools integrated into development environments (IDEs) help speed up software development processes, increase code quality and improve developer interaction with systems [2]. For example, Fig. 1 shows the IDEF-0 diagram illustrating how AI tools can be embedded into a project lifecycle.

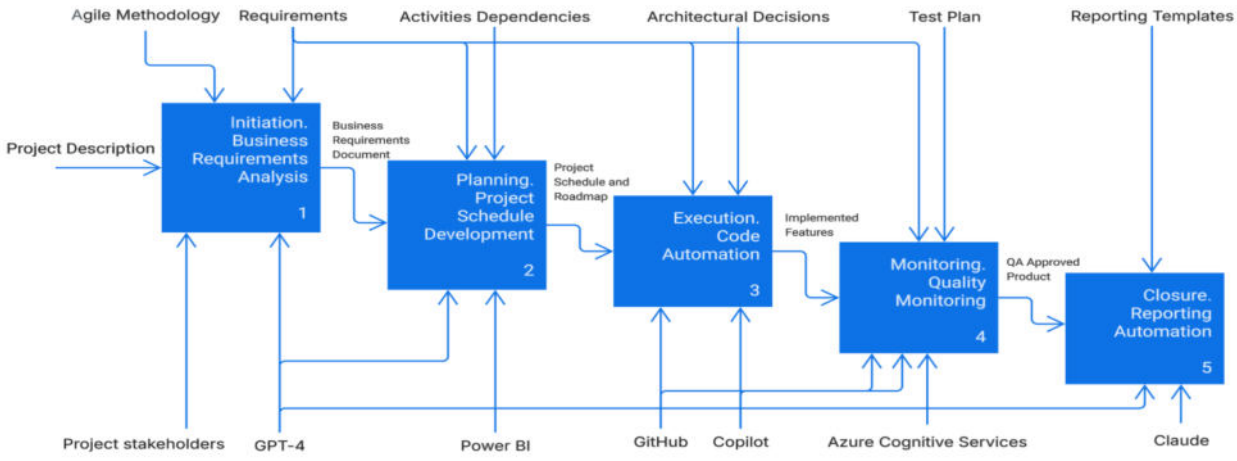


Fig. 1. – The Application of AI-tools in project process groups

References:

1. Sergeyuk, A., Titov, S., & Izadi, M. (2024, January 22). *In-IDE Human-AI Experience in the Era of Large Language Models; A Literature Review*. ArXiv.org. https://doi.org/10.48550/arXiv.2401.10739.

2. Pawan Kumar Goel, Km Komal, & Nitish Vashishth. (2024). *AI-Driven Software Development Lifecycle Optimization*. Advances in Systems Analysis, Software Engineering, and High Performance Computing Book Series, 70–86. https://doi.org/10.4018/979-8-3693-3502-4.ch005.

STRATEGIES OF MODULARIZATION FOR ANDROID APPLICATIONS

Pelypets O. S., Dvukhhlavov D. E.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

The growing complexity of mobile applications, with large codebases, necessitates modularization to enhance maintainability, scalability, and development efficiency. Transitioning from monolithic to modular architectures benefits in testing, bug detection, and project support.

The study investigates possible ways to break projects to modules and states that Gradle modules are the most convenient and beneficial. The study proposes three modularization strategies:

–horizontal (layer-based, e.g., data, domain, UI);

–vertical (feature-based, e.g., cart, profile);

–combined (integrating both).

All strategies follow to Clean Architecture and SOLID principles to ensure code isolation and reusability. As can be seen from Fig. 1, horizontal modulation can also be considered as architectural modulation, because the modules are divided similarly to the division in the multilayer architecture of applications. Vertical modulation can also be called functional, because the division is based on typical functions that are implemented in the development of Android applications.

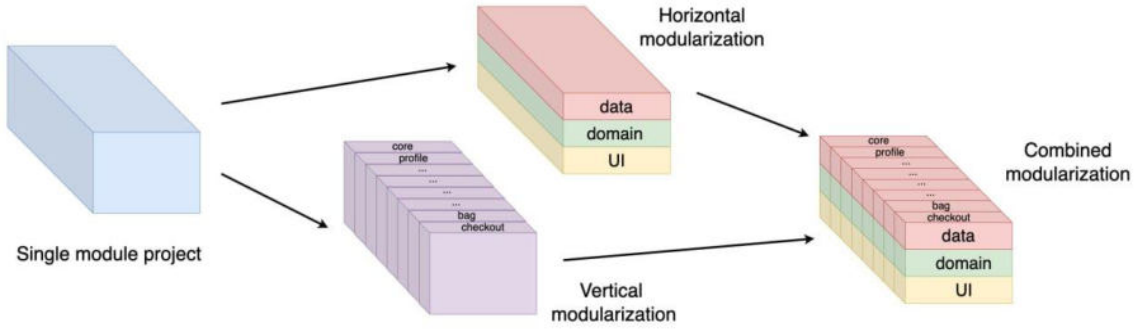


Fig. 1. – Strategies of modularization for Android applications

The transformation from a monolithic to a modular structure affects such parameters as the cohesion of the project modules Coh (M_i) (the degree of internal consistency of the modules) and the coherence of the project modules Cohes(M) (the degree of intermodular dependence). To compare the options for dividing into modules, it is proposed to use the expression:

$$V(M) = \propto \cdot \sum_{i=1}^{n} Coh(M_i) - \beta \cdot Cohes(M).$$

In the general case, the higher its value, the better. But this thesis requires experimental confirmation.

Benefits of modularization are reducing merge conflicts, accelerating build time via Gradle parallel and incremental building, and streamlining testing of isolated modules. This improves developer productivity and project flexibility and maintainability.

PREVENTING INCREASED MEMORY USAGE USING DOCKER CONTAINER STATISTICS

Serhii Popovniak, Nataliia Khatsko, Yevhenii Shebanov, Kyrylo Khatsko
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Docker statistics provide metrics on the current state of a container, reflecting CPU, memory, network traffic, and disk I/O usage [1]. With this data, you can monitor resource consumption, detect anomalies, optimize performance, and plan for scaling, such as adding replicas under stable load conditions. In practice, the following situation may occur: an image processing service written in Python periodically crashes with an Out of Memory-error. After restarting, it works, but after 2–3 hours, the issue recurs. The reason is that during operation, the service does not delete temporary files after processing. Specifically, the process_image() function saves files in the /TMP directory without subsequent cleanup. To identify the problem, use the Docker command "docker stats my-image-processor" and analyze the gradual increase in memory usage. During the experiment, the initial metrics were 450MiB out of 2GiB (22%), and after 2 hours, it reached 1.95GiB out of 2GiB (97%). Docker logs confirmed the accumulation of temporary files. To solve the problem, a software code is proposed that will prevent memory leaks during the application's operation (Fig. 1).

```python
import os

def process_image(file):
    temp_file = "/tmp/" + file.filename
    file.save(temp_file)
    try:
        # ... обробка зображення ...
    finally:
        if os.path.exists(temp_file):
            os.remove(temp_file)  # очищення тимчасових файлів
```

Fig. 1. – Code to delete files in the temporary directory

The code performs cleaning of temporary files, which prevents the increase in the size of the temporary storage directory /TMP. Additionally, an extra tool can be used – the software systems Grafana or Prometheus – which will allow creating conditions for notifying the developer to timely respond to increased memory usage. Thus, it is proposed to use the following approach in the application code – check for the presence of a file in /tmp and delete it after processing. This approach will help prevent memory leaks during the operation of the image processing service. Implementation of this software approach to the algorithm in work [2] will also help conserve resources in a Distributed IoT System in a Cloud Service.

References:

1. View container statistics https://docs.docker.com/engine/reference/commandline/stats/
2. Zamkovyi, M., Gavrylenko, S., Khatsko, K. and Khatsko, N. Algorithmic Support for Building a Distributed IoT System in a Cloud Service. 2023 IEEE 4th KhPI Week on Advanced Technology, Kharkiv, Ukraine, 2023, pp. 1-6, doi: 10.1109/KhPIWeek61412.2023.10312994.

ANALYSIS OF EXISTING PLATFORMS FOR EXPERTISE OF PROFESSIONAL SKILLS OF PERSONNEL

Pryimak Y. V., Melnyk K.V., Yershova S.I., Smolin P.O.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Personnel competency assessment is a key element of the human resources (HR) management system, which involves establishing the compliance of knowledge, skills and behavioral manifestations of employees with the requirements of the position held. Such a process ensures the effectiveness of personnel selection and adaptation, supports their professional development, and contributes to the formation of transparent mechanisms for career growth and promotion.

The central tool in conducting an examination of the professional skills of personnel is the competency model, which represents a structured list of characteristics necessary to achieve high performance and innovation within a specific professional role. In response to the need to increase the efficiency of this process, specialized software products focused on automation and support of various stages of the employee life cycle are becoming increasingly widespread.

One example of such systems is Manatal, an applicant tracking system that allows recruiters to manually enter or automatically parse skills from candidates' resumes into the appropriate profile section. The collected information is used to filter the candidate database by relevant competencies. In addition, this information allow automatically generating recommendations on the suitability of candidates for open positions.

The Kahuna HR management system is focused on internal HR management and provides the ability to build a competency model for a specific position, implement a circular assessment and form recommendations for professional development, build career paths, and support decision-making regarding personnel rotation.

Similar functionality is provided by the web platform Skills Base. It supports the construction of hierarchical competency models and the creation of tools for conducting an expertise of professional skills of personnel. In addition, Skills Base contains a library of ready-made competency models, in particular in the IT industry, and functionality for analyzing the level of mastery of skills by team members.

Another innovative platform, Lightcast, provides users with access to a large database of competencies and positions relevant to the modern labor market, which were collected by analyzing vacancies and resumes in different regions and industries. The system Lightcast allows creating competency models, comparing job profiles, and performing analytical assessments of the labor market.

Thus, the use of software solutions when conducting an expertise of professional skills of personnel contributes to increasing the objectivity of assessment, reducing time and financial costs, as well as creating an effective system for managing employee development. In addition, such solutions provide accumulation and analysis of data on the dynamics of competencies in the long term, which allows predicting training needs and planning career trajectories.

METHOD OF CONSTRUCTION OF REGRESSION EQUATION IN CONDITIONS OF SMALL SAMPLE OF INITIAL DATA.

Lev Raskin, Larysa Sukhomlyn,Dmytro Sokolov, Vitalii Vlasenko, Artur Hatunov, Serhii Andriienko

National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

One of the most important tasks arising in finding the type of functional dependence in conditions of small sample of initial data and large size of the factor space is the construction of regression polynomials with as few uncertain coefficients as possible. The difficulty lies in the fact that when the number of estimated coefficients of a polynomial (or a functional of another kind) is reduced, the accuracy of estimation of the desired value drops significantly.

The problem of constructing approximating polynomials of good quality with a small number of unknown coefficients is proposed as follows. It is necessary to construct a polynomial of such a kind that the number of estimated coefficients would be smaller than that of the full polynomial. A promising idea for solving this problem is as follows. We describe each coefficient of the regression polynomial by a function of some number of unknown parameters. For this purpose, we maintain an approximation polynomial of the following form:

$$L(x_1, x_2, \dots, x_m) = f_0(b_0, b_{11}, \dots, b_{1m}) + f_1(b_0, b_{11}, \dots, b_{1m})x_1 + \dots + \\ + f_m(b_0, b_{11}, \dots, b_{1m})x_m + f_{11}(b_{21}, \dots, b_{2m})x_1^2 + f_{12}(b_{21}, \dots, b_{2m})x_1x_2 + \dots + \\ + f_{mm}(b_{21}, \dots, b_{2m})x_m^2 + \dots$$

where f_{ij}- any function $m$variables, b_{ij}- polynomial coefficient.

To construct a specific polynomial it is necessary to determine the type of functions $f_0, f_1, \dots, f_m, f_{11}, f_{12}, \dots, f_{\text{mm}}, \dots$

Two ways of specifying these polynomials were considered:

$$f_{i_1 i_2 \dots i_k} = \sum_{j=1}^{k} b_{ki_j}\ , i_1, i_2, \dots, i_k = 1,2, \dots, m \quad (1)$$

$$f_{i_1 i_2 \dots i_k} = \prod_{j=1}^{k} b_{ki_j}\ , i_1, i_2, \dots, i_k = 1,2, \dots, m \quad (2)$$

$$f_0 = b_0.$$

The problem of finding the optimal set $B = (b_0, b_{11} \dots b_{1m}, b_{21} \dots b_{2m} \dots)^T$,of the approximating polynomial is solved by the least squares method. Of course, the above algorithm does not guarantee finding the optimal vector of estimated coefficients, but it allows us to find a good (and often better) approximation of it. Experimental evaluation of the quality of the proposed methods for obtaining approximation polynomials has revealed a noticeable advantage of truncated polynomials of type (1). The use of the proposed approximations radically reduces the number of estimated parameters, which predetermines a high degree of expediency of their practical application.

References:

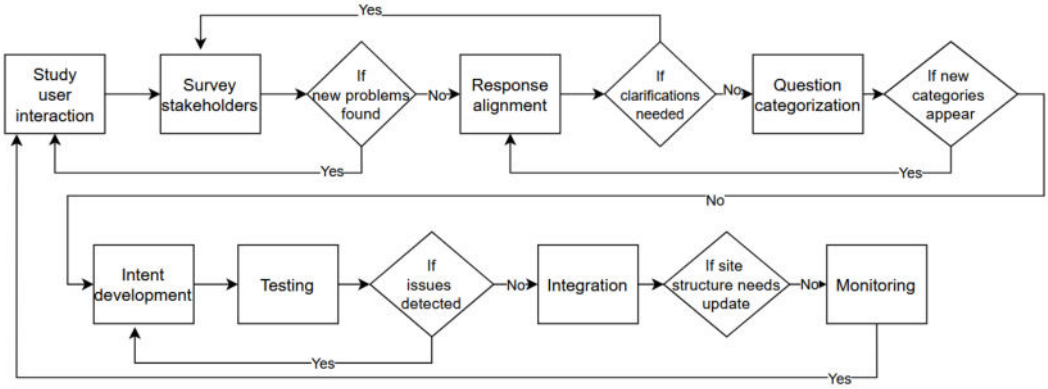
1.Jeffrey S. Simonoff , Samprit ChatterjeeRegression Analysis With Applications in R, – J. Wiley 2020.

CONTEXT-AWARE CHATBOT CONVERSATION FLOW COMPONENT FOR UNIVERSITY WEBSITE USING DIALOGFLOW

Bohdan Ratushnyi, Oksana Ivashchenko, Svitlana Yershova, Olha Yanholenko
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

The growing demand for fast, accurate and automated access to university services has prompted the use of intelligent chatbots to reduce staff workload and increase user engagement, in the case of higher education institutions – applicants and students. This article presents the design and development of a context-aware chatbot for a department website using Dialogflow. The main focus is on creating a dynamic conversation flow component that is able to interpret user-entered data in context and provide students with correct and fast information related to educational programs, admission, schedule and administrative services.

The development of the chatbot (pic. 1) included: interviews with stakeholders, collection and categorization of frequently asked questions (FAQs), building a communication architecture (intents, contexts, responses), implementation and testing on the university department website, integration with popular messengers.



Picture 1 – Chatbot development workflow using Dialogflow

In addition to Dialogflow, several alternative tools and platforms are widely used for developing chatbot systems [1]-[2]. IBM Watson Assistant offers robust intent classification and object recognition capabilities with a visual dialog editor suitable for enterprise applications. Microsoft LUIS supports integration with Azure services and is used for domain bots. Rasa is an open source framework that provides full control over NLU pipelines and is best suited for privacy-sensitive solutions. Amazon Lex on AWS is often used for voice bots due to its deep integration with Lambda functions. The choice among these platforms depends on technical requirements, scalability goals, and developer experience.

The result of this work is a reusable and scalable chatbot system component that handles requests based on frequently asked questions and adapts to the context of the conversation, thus improving user interaction and minimizing staff intervention.

References:

1. M. Mahmoud and R. Kumar, "A Review on Chatbot Design and Implementation Techniques," IJET, vol. 7, no. 2, 2020.

2. W. S. Nsaif et al., "Chatbot Development: Framework, Platform, and Assessment Metrics," EPSTEM, vol. 27, 2024.

USING MACHINE LEARNING METHODS TO ANALYSE THE EFFICIENCY OF SQL QUERIES

Andrii Reznichenko, Andrii Kopp
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Structured Query Language (SQL) is a database language that is widely studied in computer science, data science, and software engineering applications. Despite its high expressiveness, SQL could be difficult to learn for beginners. Several studies have examined the mistakes made by SQL users. It has been found that specific attributes of SQL, such as the number of tables and the degree of nesting, affect its understandability and maintainability [1]. Moreover, previous studies have discovered that beginners have significant problems with the correct use of SQL due to factors such as ease of expression, existing knowledge and errors, and the impact of cognitive load [1].

Machine Learning (ML) is a field of knowledge in Artificial Intelligence (AI) that deals with the development of algorithms and statistical models that can approximate data, learn from it, generalize it to unseen dependencies, and thus perform tasks without explicit instructions. ML is a key component of AI that allows computer programs to perform various tasks without explicit programming, instead relying on patterns and dependencies inferred from data. This trend in AI, is based on the idea that computer systems can learn from data, identify patterns and make decisions with minimal human intervention. ML can be applied to a variety of tasks. Predict values of a certain value based on a set of data. Use on websites to recommend content or products. Help identify anomalies in financial transactions and predict market trends. Recognize any objects and make decisions because of that. Overall, ML allows computer systems to learn and adapt to new data, making it a powerful tool in a variety of fields [2].

An ML model is a set of algorithms, parameters, and data structures that enable the model to operate and learn by changing its parameters in a particular way. In other words, it is a system that changes the values of its parameters, thereby changing its transformation of input data into output data [2].

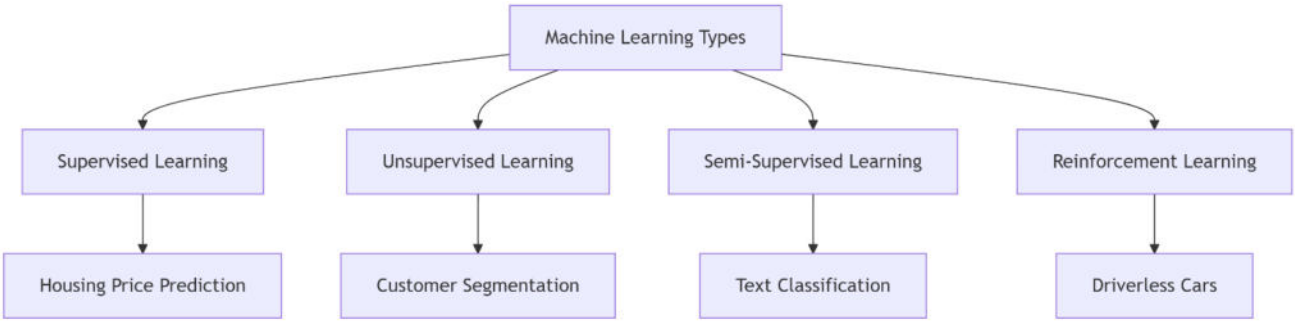


Fig. 1. – Machine Learning types and applications [2]

References:

1. Kumar R., Sharma A. A review on machine learning algorithms // International Journal of Advanced Research in Computer Science. – 2020. – Vol. 11, № 5. – P. 1–5.

2. Kabanda G., Chipfumbu C. T., Chingoriwo T. A Reinforcement Learning Paradigm for Cybersecurity Education and Training // Oriental Journal of Computer Science and Technology. – 2023. – Vol. 16, No. 1. – P. 12–45.

USING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS FOR DIAGNOSING PLANT HEALTH BASED ON IMAGE ANALYSIS

Rudenko A.I., Burdaiev V.P.

National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Plant diseases pose a significant threat throughout the plant growth cycle. Accurate and timely diagnosis of plant diseases is an integral part of modern plant care. Traditional approaches to plant disease diagnosis rely on expert consultations or manual use of reference materials. They are time-consuming and often inaccessible to home users. To diagnose indoor plant diseases from their images and provide personalized care recommendations, a mobile application DPH (Diagnostics of Plant Health) was developed using a convolutional neural network [1].

The dataset includes images that contain the type and severity of relevant plant diseases such as leaf spot, powdery mildew, and late blight. Advances in deep learning have led to the creation of image segmentation models that provide not only classification but also fairly accurate localization of diseased areas of plants. To further support the development of segmentation models, the images were segmented and masks were created to manually classify the diseased areas. The U-Net model used for segmentation significantly outperforms baseline methods in the segmentation task, but has a drawback - the segmentation model generates pure graphical abstractions of the plant health status [2].

The dataset is split into training, validation, and test sets with a standard 80/10/10 split. During training, the model achieved 92% classification accuracy and demonstrated effective performance in image segmentation for locating diseased areas on leaves and stems with an IoU score of 85%.

The model's performance was evaluated in both classification and segmentation tasks using the following metrics: accuracy, precision, and IoU.

Unlike most existing crop-oriented systems, the DPH mobile app is designed to recognize and treat houseplant diseases. The app is user-friendly and supports multilingual interfaces, making it accessible to a wider audience. A tool such as Grad-CAM is used to interpret the model and visualize its results.

Thus, the DPH mobile application allows users to monitor the condition of plants, receive expert-level information and take preventive measures without requiring special knowledge. The results of both the classification and segmentation models demonstrate high performance on key metrics.

References:

1.Mohanty, S.P., Hughes, D.P., Salathé, M. (2016). Using deep learning for image-based plant disease detection. *Frontiers in Plant Science*, 7, 1419.

2.Ronneberger, O., Fischer, P., Brox, T. (2015). U-Net: Convolutional networks for biomedical image segmentation. *arXiv preprint arXiv:1505.04597*.

AUTOMATED ASSESSMENT OF SEMANTIC CORRESPONDENCE BETWEEN BPMN MODELS AND TEXTUAL DESCRIPTIONS USING SENTENCE-BERT

Oleksandr Rudskyi, Andrii Kopp
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Business process modeling with BPMN is common, but ensuring models accurately reflect textual descriptions is challenging. Manual verification is time-consuming and subjective, potentially leading to inconsistencies. This work addresses the need for automated tools to assess the semantic correspondence between BPMN models and their source texts. A software application was developed that extracts task names from BPMN models to represent their action-related semantics. This extracted text is compared against the full textual process description using Sentence-BERT (SBERT) to generate meaningful embeddings. Cosine similarity between these embeddings gives a quantitative match score, indicating how well the model's tasks align semantically with the description.

The application was evaluated using data from repository [1], comprising 4 textual process descriptions and 197 corresponding BPMN models created by various authors. The tool successfully generated correspondence scores for all models, revealing significant variability, with scores ranging broadly from approximately 8% to 85% across the datasets. Analysis confirmed that higher scores correlate with models using detailed, text-aligned task names covering key process steps, while lower scores often indicate abstraction, omissions, or poor naming conventions. The distribution of BPMN models across correspondence levels visualized in a stacked bar chart (Fig. 1), highlighted distinct patterns between processes. These results demonstrate the tool's ability to quantify model-text alignment and reveal inconsistencies in modeling practices, offering potential for automated quality assessment.

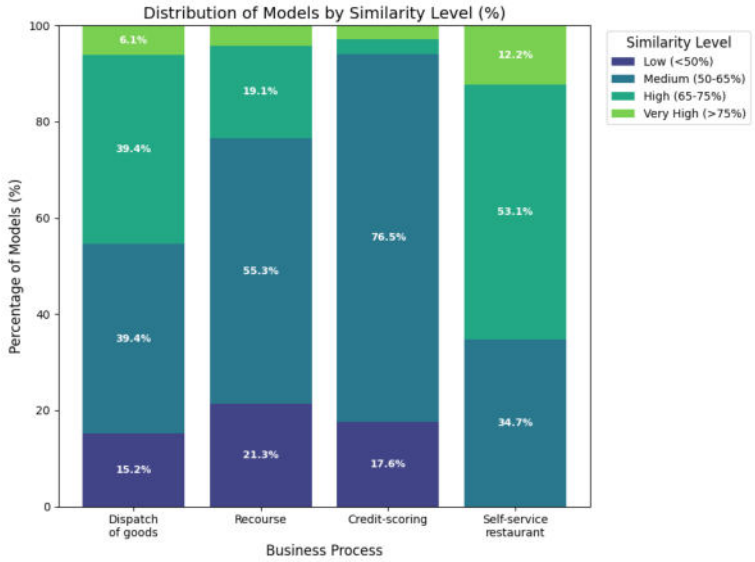


Fig. 1. – The distribution of BPMN models across correspondence levels

References:

1. BPMN for research, https://github.com/camunda/bpmn-for-research, 14.04.2025.

DESIGN, DEVELOPMENT, AND RESEARCH OF SOFTWARE COMPONENTS FOR A BUSINESS INTELLIGENCE SYSTEM IN IT RECRUITING

Illia Sapozhnykov, Andrii Kopp
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

The proposed solution utilizes Microsoft Power Platform, integrating Power Apps, Power Automate, and Microsoft Dataverse. The architecture follows a three-layer separation which enhances maintainability and scalability [1].

The system's structure is documented using UML diagrams. The Deployment Diagram (Fig. 1) illustrates the physical deployment of software components onto processing nodes [2].

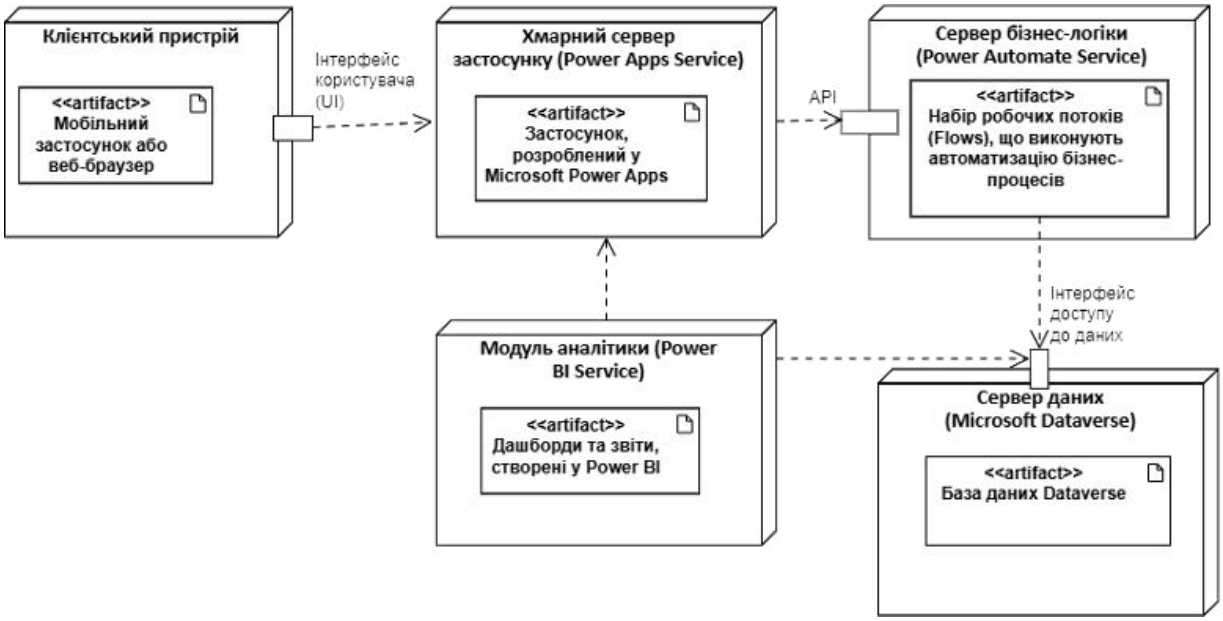


Fig. 1. – UML Deployment Diagram

A BI system was developed using the Microsoft Power BI platform, integrating data from Power Apps and Power Automate components.

A comparative analysis of AS-IS and TO-BE process models was conducted using Bizagi Process Modeler. The automation efficiency was calculated based on the reduction in average total process time and equals ≈ 93.45%.

The designed and developed software components, leveraging a layered architecture on the Microsoft Power Platform and visualized through Power BI dashboards, demonstrably improve the efficiency of the IT recruitment process. The analysis confirmed a substantial reduction in time required for candidate selection tasks, validating the effectiveness of the proposed BI solution.

References:

1. Software Architecture Patterns – Layered Architecture *Medium.com* https://priyalwalpita.medium.com/software-architecture-patterns-layered-architecture-a3b89b71a057

2. What is Deployment Diagram? *visual-paradigm.com* https://www.visual-paradigm.com/guide/uml-unified-modeling-language/what-is-deployment-diagram/

BRIDGING THE ACADEMIA-INDUSTRY GAP IN IT: A COMPETENCY-BASED RECOMMENDER SYSTEM ARCHITECTURE

Pavlo Sapronov

National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

In today's fast-paced technological landscape, the disconnect between academic preparation and real-world IT demands is increasingly evident. This research proposes a competency-based recommendation system architecture, underpinned by the European Competence Framework (e-CF) and supported by principles of personalized learning [1]. The system addresses the need to bridge educational gaps by analyzing a student's acquired competencies against the requirements of targeted IT roles.

Utilizing IDEF0 functional modeling (Fig. 1), the architecture clearly defines system components and processes - mapping existing competencies, identifying gaps, and recommending a minimal set of courses to close those gaps. This process dramatically reduces the time and effort traditionally required for manual mapping, which can span days or weeks, down to minutes or hours with automated precision.

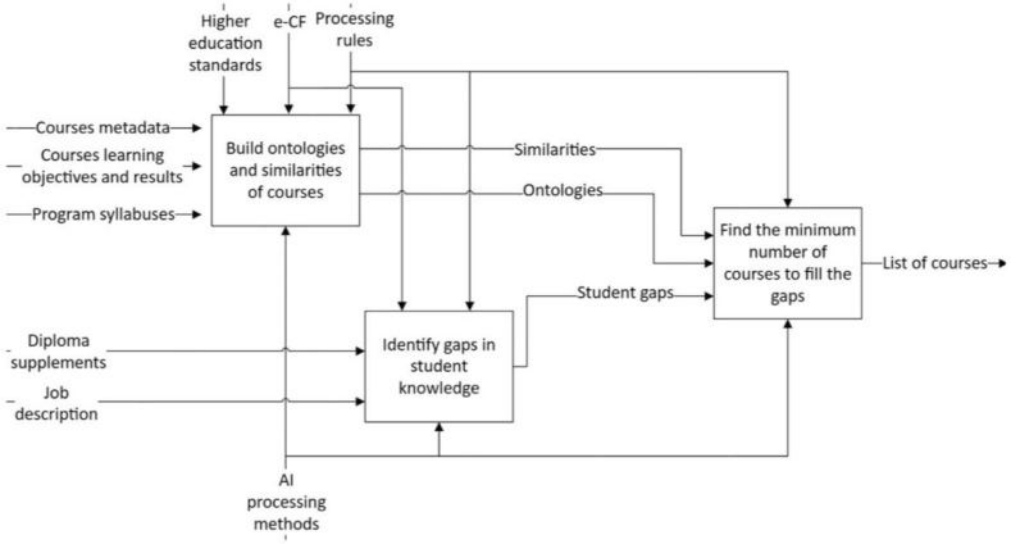


Fig. 1. - Diagram of the Recommendation System

The model aligns with the findings of Garousi, Giray, Tuzun, Catal and Felderer [2], who emphasized the importance of closing the gap between software engineering education and industrial needs through dynamic, project-based, and personalized learning paths. The system empowers students to pursue tailored upskilling while helping universities refine their offerings and employers identify near-ready candidates with ease.

References:

1. Alamri H., Lowell V., Watson W., Watson S. L. Using personalized learning as an instructional approach to motivate learners in online higher education: Learner self-determination and intrinsic motivation // Journal of Research on Technology in Education. – 2020. – Vol. 52, No. 3. – P. 322–352. – DOI: https://doi.org/10.1080/15391523.2020.1728449.

2. Garousi V., Giray G., Tuzun E., Catal C., Felderer M. Closing the Gap Between Software Engineering Education and Industrial Needs // IEEE Software. – 2020. – Vol. 37, No. 2. – P. 68–77.

APPLYING SOFTWARE MODULES FOR TEST METRICS ANALYSIS IN QUALITY ASSURANCE

Oleksandr Serduykov, Iryna Liutenko
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

The growing complexity of software systems and increasing demands for product quality make the automation of software testing and its evaluation a critical factor for development teams. The aim of this project is to design and implement a software solution that performs quantitative evaluation of tests and the software testing process using modern metrics and visualization tools.

The proposed solution is based on a client-server modular architecture. The backend is implemented in Python and JavaScript/TypeScript, and PostgreSQL is used as the primary database. The system supports integration with CI/CD pipelines (e.g., GitLab CI, Jenkins), which enables continuous collection and analysis of test metrics.

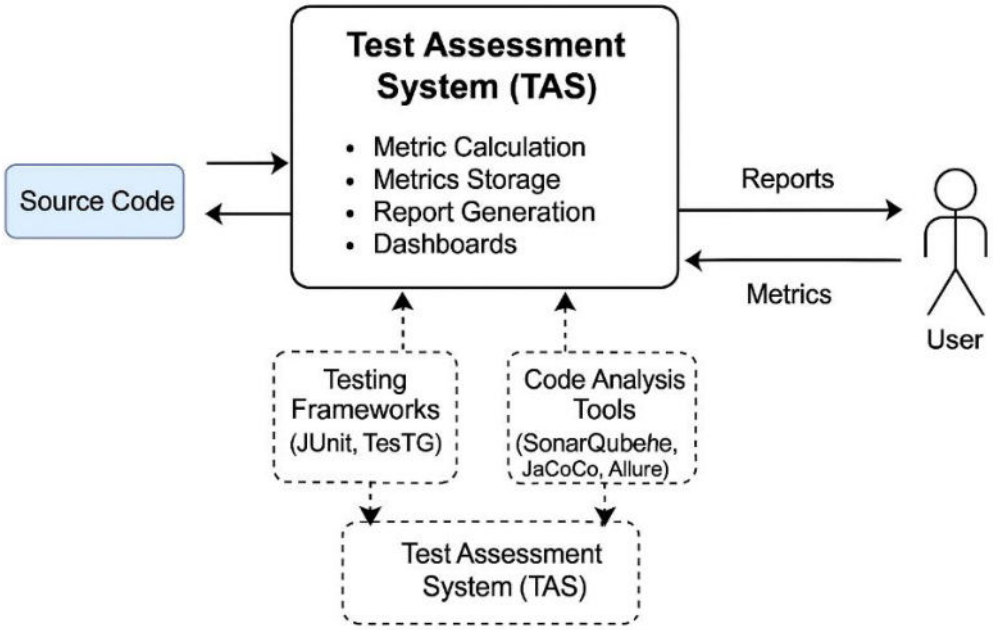


Fig. 1 – General structure and interaction flow of TAS

The core functionality includes:

1. Calculation of test coverage metrics (line, branch, function),
2. Measurement of test execution time and effectiveness,
3. Evaluation of test complexity,
4. Defect tracking and criticality analysis,
5. Generation of detailed visual reports in PDF/Excel formats.

In addition, the system provides customizable metric settings, real-time dashboards, and integration with testing frameworks (JUnit, TestNG) and code analysis tools (e.g., SonarQube, JaCoCo, Allure).

The outcome of this project is a flexible and extensible tool – Test Assessment System (TAS) – that supports engineering teams in making data-driven decisions about test quality, improving the efficiency and transparency of the software testing lifecycle.

DEVELOPMENT OF SOFTWARE COMPONENTS FOR EXPLORATORY DATA ANALYSIS: TOWARDS A FLEXIBLE PIPELINE

Shchogolev K., Cherednichenko O.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Exploratory Data Analysis (EDA) is a crucial step in the data science workflow, enabling users to uncover patterns, detect anomalies, and test hypotheses prior to formal modeling. Despite its importance, EDA often requires a strong programming background and familiarity with data processing libraries and tools, making it less accessible to non-technical users. The development of configurable, modular software components for EDA is therefore a highly relevant and timely challenge, especially in light of the growing democratization of data analytics.

Recent advancements in artificial intelligence (AI) and machine learning (ML) have led to the creation of several automated and semi-automated tools aimed at simplifying data analysis. Platforms such as Google's AutoML, Microsoft Azure ML Studio, and open-source libraries like Auto-sklearn and DataPrep offer partially automated solutions for EDA, often incorporating intelligent feature selection, statistical summarization, and visualization capabilities. However, these tools typically assume a baseline level of technical proficiency, and they may lack the flexibility or transparency needed for custom exploratory workflows.

This study focuses on the design and implementation of a flexible, modular EDA pipeline that can be easily customized for standard data analysis scenarios without requiring advanced programming skills. The core idea is to develop a set of interoperable software components that users can configure through a simple interface or a configuration file. The system is designed to guide users through common EDA tasks such as data cleaning, summarization, visualization, and feature engineering, with the option to insert custom logic where needed.

The experimental part of this work involves evaluating the ease of use and adaptability of the proposed pipeline. Specifically, we assess the time and computational resources required to assemble and execute custom EDA workflows using the system. Feedback from target users - data analysts with limited programming experience - provides insight into the practical usability and learning curve associated with the tool.

Future development will focus on building a graphical user interface (GUI) that further lowers the entry barrier for non-programmers and supports interactive exploration. Additionally, deployment as a cloud-based service is planned, allowing users to run EDA tasks remotely without local setup or dependency management. This research aims to bridge the gap between powerful EDA capabilities and ease of use, promoting broader access to data-driven decision making.

STUDYING THE EFFICIENCY OF BUSINESS PROCESS MODELS USING COMPLEXITY METRICS

Vladyslav Shchyt, Andrii Kopp
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Business process modeling allows representing organizational activities in a structured and visual format, which allows gaining a comprehensive understanding of the interrelated tasks, roles and systems involved in achieving specific business goals.

This facilitates communication between stakeholders, supports the alignment of Business and Information Technology domains, and also provides a basis for business process improvement and innovation.

Among the various standards and notations used in business process modeling, BPMN (Business Process Model and Notation) has gained the most popularity due to its ability to bridge the gap between business and IT perspectives.

However, the high complexity of business process models negatively affects the clarity of BPMN models and causes an increased risk of errors in the real business process execution, which entails time and financial losses.

The higher the Control-Flow Complexity (CFC) measure is, the harder it is to consider all potential states after a split, depending on its type, and therefore the more likely the business process model will contain errors:

$$\mathrm{CFC} = \sum_{g \in G_{xor}} d_{out}(g) + \sum_{g \in G_{or}} \left(2^{d_{out}(g)} - 1\right) + \sum_{g \in G_{and}} 1,$$

where G_{xor} is the set of XOR gateways, G_{or} is the set of OR gateways, G_{and} is the set of AND gateways, and $d_{out}(g)$ is the number of outgoing flows from a certain gateway $g \in G_{xor} \cup G_{or} \cup G_{and}$.

Determining the CFC for a BPMN model is a computationally challenging task due to the need to account for complex control flow structures, including branching, parallelism, and loops, throughout the process.

The detection of CFC thresholds (Table 1) for assessing the level of efficiency was achieved by analyzing a collection of 3729 BPMN models [1].

Table 1 – Threshold values for the BPMN CFC measure

BPMN model efficiency thresholds	Very low	Fairly low	Fairly high	Very high
CFC	≤ 4	> 4	> 7	> 8

A significant correlation was found between the CFC and the number of start events with a coefficient of $r = -0.59$. A linear regression model was constructed:

$$\mathrm{CFC} = 9.59 - 2.11 \cdot |E_s|.$$

Regression analysis revealed a coefficient of determination $R^2 = 0.35$.

The obtained result supports the hypothesis that BPMN start events contribute to the modularization of business process models, thereby simplifying their control flow and reducing complexity.

References:

1. BPMN for research, https://github.com/camunda/bpmn-for-research, 19.04.2025.

MODERN TECHNIQUES FOR SMART HOME LOAD PREDICTION: FROM ARIMA TO DEEP LEARNING

Vladyslav Shevchenko, Ihor Hamaiun
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Accurate residential energy forecasting is becoming increasingly critical as smart grid infrastructures evolve and distributed energy resources (DERs) like rooftop solar, home batteries, and electric vehicles become more widespread. This study offers a comparative analysis of traditional statistical models and modern machine learning (ML) techniques for short-term electricity demand forecasting in residential settings. The complexity and variability of household energy consumption, influenced by human behavior and environmental factors, require models that go beyond linear assumptions to capture dynamic and nonlinear usage patterns.

The thesis evaluates the performance, adaptability, scalability, and deployment feasibility of statistical models such as ARIMA and exponential smoothing alongside deep learning architectures like Long Short-Term Memory (LSTM), CNN-LSTM, and Transformer-based networks. Results indicate that ML models significantly outperform traditional approaches in environments with high data variability, providing improved prediction accuracy, adaptability to concept drift, and scalability across multiple households. For instance, deep learning techniques demonstrated superior performance in capturing load variations related to occupancy, appliance scheduling, and renewable generation, as shown in studies by [1] and Fekri et al. [2].

However, the advantages of ML models are counterbalanced by their higher computational demands and dependence on large, high-quality datasets. In contrast, classical statistical models remain relevant in scenarios characterized by predictable consumption patterns and limited computational resources, making them ideal for on-device deployment and microcontroller-based systems. The study also discusses emerging solutions such as federated learning and model compression techniques, which aim to address privacy and performance constraints by enabling decentralized training and lightweight inference [3].

This research highlights the need for hybrid, scalable, and interpretable forecasting models that integrate predictive accuracy, privacy awareness, and real-time adaptability. As smart homes become more data-centric, future energy forecasting systems must not only be accurate but also robust, secure, and seamlessly integrated into intelligent control frameworks.

References:

1. Ahmad T., Chen H., Wang J. A hybrid ensemble learning model for short-term load forecasting in smart homes // Energy and Buildings. 2020. Vol. 209. . DOI: https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.109685.

2. Fekri M., Abbas H., Kim J. Forecasting residential loads in smart homes: A comparative analysis of machine learning models // Applied Energy. 2023. Vol. 340. DOI: https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2022.120928.

3. Jiang H., Yu R., Liu J. Federated learning for privacy-preserving smart grid forecasting // IEEE Transactions on Industrial Informatics. 2021. Vol. 17, No. 4. P. 2484–2493. – DOI: https://doi.org/10.1109/TII.2020.2994602.

MULTISTEP FORECASTING SYSTEM FOR DYNAMIC MODELING OF POLLUTION

Shpanko N.S., Shmatko O.V.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Considering the rapid scientific and technological development of mankind, it is extremely important to solve the problem of forecasting the level of pollution to make effective management decisions.

A very good example of the importance of solving this issue is the consequences of technogenic disasters, such as the explosion on the Deepwater Horizon oil platform, which became one of the world's largest technogenic disasters. This disaster caused extremely destructive consequences for the ecosystem, as it grew from a local to a regional scale, precisely in the absence of multi-step forecasting systems on the basis of which it would be possible to develop an action plan to prevent or reduce such terrible consequences.

To date, the direction of this research is just beginning to take shape, as the implemented and reviewed systems in this paper, such as AirNow, IQAir, Global Water Quality Monitoring (GEMStat) and Soil and Water Assessment Tool (SWAT), have a number of limitations due to their static architecture and fixed algorithms. Such systems are usually focused on processing data in a fixed form, have limited flexibility and often require manual parameter settings, and the system under development aims to overcome these limitations by using modern technologies

This paper presents an approach to multi-step forecasting of environmental processes based on the integration of machine learning, statistical analysis and multi-source data processing.

The developed system takes into account the temporal dynamics and spatial variability of pollution, using data from sensor networks, satellites, weather stations, and socioeconomic sources. The study applies hybrid models based on Long Short-Term Memory (LSTM), Convolutional Neural Network (CNN), and deep encoders, which allow to improve the accuracy of long-term forecasts.

Special attention is paid to the implementation of a prototype software for modeling pollution and its validation based on open environmental datasets. Experiments have been conducted to confirm the effectiveness of the chosen approach in a variable environment and incomplete data.

The results of the study can be used in environmental monitoring, environmental management, and decision support systems.

APPLICATION OF COMPUTER VISION FOR UAV DETECTION USING THE YOLO MODEL

Nikita Skrypnyk, Svitlana Kovalenko
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

The detection of unmanned aerial vehicles (UAVs) is a complex task due to their small size, diverse shapes, and ability to fly at low altitudes, which often makes them difficult to detect using conventional surveillance methods such as radar or infrared detection. Additionally, drones may be equipped with technologies that allow them to bypass traditional monitoring systems, for example by emitting weak or nature-like signals that complicate detection. Challenges also arise when operating in low-light conditions or during adverse weather.

Computer vision [1] is one of the most widely used approaches for drone detection, combining the tasks of classification (assigning a label or category to an entire image or a specific region within it) and localization (determining the position of the object within the image or video and pointing to it by identifying a bounding box).

The YOLO (You Only Look Once) model is an optimal choice for creating a drone detection model, as it provides high detection accuracy, moderate computational requirements, and is capable of real-time operation. The training process of the YOLO model follows typical machine learning steps, including:

1) data collection – gathering images of drones from different angles, under various lighting conditions, and with diverse backgrounds;
2) data preparation and annotation – adding bounding boxes to indicate the positions of drones within the images;
3) model selection and training – choosing the model architecture and training parameters;
4) model evaluation – testing the model's accuracy and performance on a validation or test dataset;
5) model fine-tuning – adjusting weight coefficients and hyperparameters to achieve the desired results;
6) model deployment – integrating the trained model into a software component for practical use.

The model can be further improved by adding more training data, testing in real conditions, and optimizing for low-power devices until it reaches sufficient performance to be used in real life scenarios in different areas such as security, monitoring, or emergency response. Another important aspect is reducing false positives, especially when drones must be distinguished from birds, planes, or other flying objects in the scene. This requires careful training data preparation and potentially the integration of temporal information from video sequences.

References:

1. Szeliski, Richard. Computer vision: algorithms and applications. Springer Nature, 2022.– 910p.

OPTIMIZATION STRATEGIES FOR HYPERVISOR RESOURCE ALLOCATION

Kseniia Slipko, Nataliia Khatsko, Yevhenii Shebanov, Kyrylo Khatsko
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Efficient hypervisor resource management is essential for optimal performance, cost-effectiveness, and energy efficiency in cloud environments. To address the complexity of allocating CPU, memory, and bandwidth, several proven techniques have been developed. These methods focus on maximizing utilization, strengthening security, and minimizing downtime during live migrations.

The first strategy is Energy-Efficient Virtual Machine (VM) Allocation. Cloud data centers consume vast amounts of power, so placing VMs in an energy-aware manner is crucial. A proactive, ML-driven autoscaler can align VM allocation with workload demand and energy patterns to cut waste, while energy-aware placement helps reduce hypervisor load.

The second is Proactive Autoscaling Using Machine Learning. Proactive autoscaling predicts demand to pre-adjust capacity–cutting latency and ensuring smooth service. In work [1] is used online multi-resource neural nets to scale resources dynamically and avoid misprovisioning.

The third is Quality of Service (QoS)-Based Resource Partitioning. QoS-based resource partitioning tailors CPU, memory and bandwidth allocations to each VM's priority and workload, ensuring critical services stay performant under high demand while lower-priority VMs share remaining resources proportionally.

The next is Secure Live Virtual Machine Migration. Live VM migration enables downtime-free redistribution of resources but introduces risks like data leakage; in work [2] is advocated using strong encryption and secure tunneling to protect data integrity and confidentiality during migration.

The last is Dynamic Resource Allocation and Scheduling. Work [3] continuously monitors VM workloads and reallocates CPU, memory, and I/O in real time - ensuring each VM gets just the right resources to maximize utilization and system efficiency without overloading the hypervisor.

Integrating energy-efficient VM placement, ML-driven autoscaling, QoS partitioning, secure migration, and real-time scheduling leverages hypervisor resources - boosting performance, cutting costs and energy, and ensuring secure, uninterrupted cloud operations.

References:

1. Saxena, D., Singh, A. K. (2022). A proactive autoscaling and energy-efficient VM allocation framework using online multi-resource neural network for cloud data center. arXiv preprint. https://doi.org/10.48550/arXiv.2212.01896

2 Kumar, P., Sharma, S. C. (2022). Ensure secured data transmission during virtual machine migration over cloud computing. Journal of Cloud Computing, 11(1), 1–16. https://doi.org/10.1007/s13198-022-01834-8

3 Koteeswaran, S. (2020). Cloud resource scheduling optimal hypervisor (CRSOH) for dynamic cloudcomputing environment. Wireless Personal Communications, 113(4), 2681–2694. https://doi.org/10.1007/s11277-020-07553-2

ANALYSIS OF THE PROBLEMS OF QUALITY IMPROVEMENT IN THE SOFTWARE DEVELOPMENT PROCESS AND APPROACHES TO THEIR RESOLUTION

Volodymyr Sokol, Andrii Pashniev, Denys Hurt
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

In the contemporary information technology industry, software quality increasingly depends not only on the characteristics of the final product but also on the quality of the development process itself. International standards, as well as models for the assessment and improvement of software development process quality, provide formalized approaches to evaluating and enhancing processes. However, their effectiveness in practical implementation often proves to be lower than anticipated.

Within the conducted analysis, criteria for assessing the quality of the software development process were examined, including structure, manageability, predictability, measurability, adaptability, optimization, and knowledge integration. A number of challenges were identified that complicate the achievement of these criteria in practice. The CMMI and SPICE models, along with the SPI approach, were also analyzed, and several problems associated with their implementation were identified. These include the formal application of models without consideration of the specific organizational context; a low level of result predictability and lack of adaptability to changes; limited use of metrics and analytics; absence of feedback mechanisms and "Lessons Learned"; and insufficient attention to corporate knowledge as a factor that can enhance decision-making effectiveness and alignment of team actions.

Addressing these issues requires a transition from the formal use of models to context-oriented quality management, emphasizing the integration of corporate knowledge at all stages of the software development life cycle - from requirements definition to maintenance. Corporate practices should be grounded in "Lessons Learned" and adapted templates. When combined with CMMI or SPICE models, this enables not only the assessment of process maturity but also its practical achievement through continuous learning.

Solving the problems associated with improving the quality of the software development process necessitates not merely following models, but creating an environment that fosters knowledge exchange, feedback, analytics, and adaptability. In this context, corporate knowledge becomes a key resource that bridges external standards with actual practices, forming a foundation for a self-learning organization capable of ensuring sustainable quality under changing conditions.

References:

1 CMMI Institute. CMMI for Development, Version 3.0, Model Overview. CMMI Institute, 2023. URL: https://cmmiinstitute.com/cmmi/dev

2 International Organization for Standardization. ISO/IEC 33020:2019 - Information technology - Process assessment - Process measurement framework for assessment of process capability. Geneva: ISO, 2019.

THE ANALYTICAL INFORMATION SYSTEM DEVELOPMENT FOR ASSESSING THE IMPARTIALITY OF THE RESPONSE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE SYSTEMS

Sydorenko G.Yu., Gerasymchuk V.D.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Artificial intelligence (AI) systems are increasingly being used in the financial sector, particularly to automate credit decision-making. However, such systems can inherit or even reinforce existing social biases, leading to discrimination against certain groups of the population on grounds that should not affect creditworthiness (gender, race, age etc.) [1].

The opacity of algorithms ("black boxes") makes it difficult to identify and eliminate such biases. Therefore, the development of tools for analyzing and assessing the transparency and impartiality of AI systems in credit scoring is an extremely urgent task, which has both technical and important social significance.

The main goal of the work consists in developing an analytical informational system (AIS), which would allow for comprehensive assessment transparency and identify possible bias in machine learning models that used for credit scoring. The system has use modern metrics and tools in particular functionality libraries AIF 360.

AIF 360 provides a large collection generally accepted fairness metrics (>30) and algorithms mitigation prejudices (>10) that deprives necessity their independent implementation and provides consistency with the best world practices. Use ready, well documented and tested libraries much accelerates process developments analytical systems, allowing focus on AIS architecture and interpretation results [2].

In this article was developed architectural decision analytical informational a system designed to evaluate credit scoring models and create software AIS components responsible for loading data, model training and calculation of fairness metrics received results.

Developed as part of the work analytical information system using libraries AIF 360 is an important step towards ensuring transparency and fairness of AI in a critically important in the field of credit scoring. It provides necessary tools for detection, quantification assessment and potential mitigation discriminatory prejudices, promoting responsible implementation artificial intelligence technologies.

References:

1. Bellamy RK Ket al. AI Fairness 360: An extensible toolkit for detecting and mitigating algorithmic bias. *IBM Journal of Research and Development* . 2019. Vol. 63, No. 4/5. P. 4:1–4:15. DOI: 10.1147/JRD.2019.2942287.

2. IBM Research. AI Fairness 360. *AIF360 Documentation* . URL: https://aif360.readthedocs.io/en/stable/

USING SOFTWARE COMPONENTS TO ANALYZE THE COMPLIANCE OF BPMN MODELS WITH TEXTUAL DESCRIPTIONS OF BUSINESS PROCESSES

Oleksii Tretiak, Andrii Kopp
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Business process modeling is a widely used technique for formalizing and visualizing business workflows. One of the most common modeling notations is BPMN (Business Process Model and Notation), which allows describing complex business processes in a structured graphical form [1]. However, real-world documentation and process descriptions are often presented in free-text form, which makes it difficult to automatically verify the correctness or completeness of BPMN models [2]. To address this problem, we propose the development and research of a software component for analyzing the compliance of BPMN models with textual descriptions of business processes.

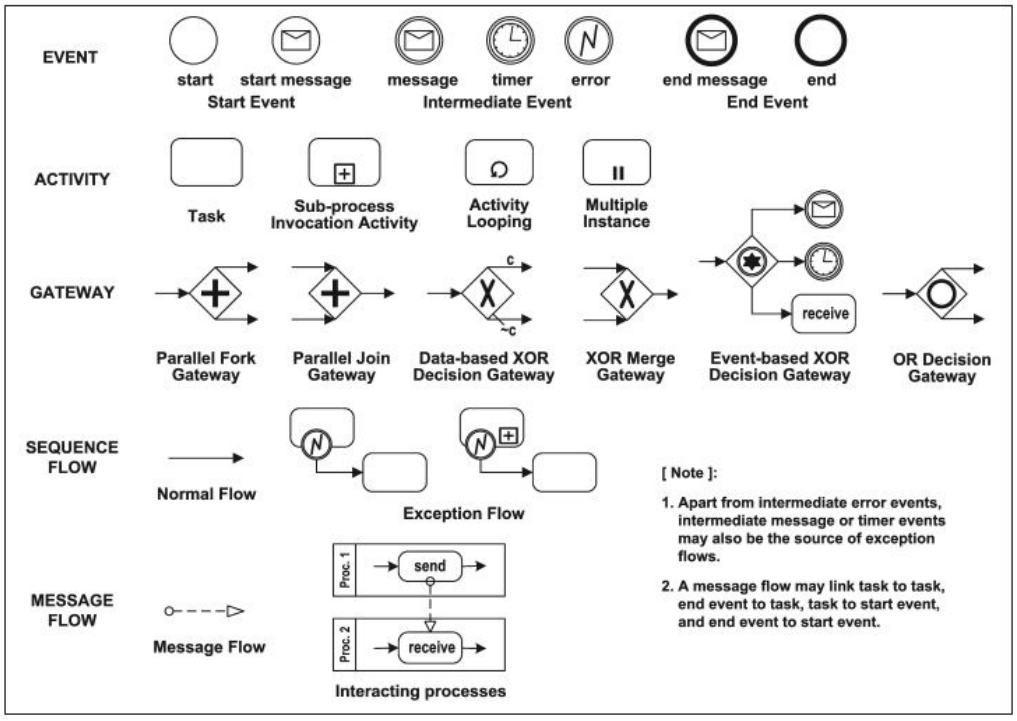


Fig. 1. – Overview of BPMN [1]

The proposed solution includes parsing the textual business process description using natural language processing (NLP) techniques to extract key process elements (such as participants, actions, sequences, and conditions). The BPMN model, typically stored in XML format (.bpmn), is also parsed to retrieve structural elements and logic of the graphical representation [1].

References:

1. Dijkman, R. M., Dumas, M., & Ouyang, C. (2008). Semantics and analysis of business process models in BPMN. Information and Software Technology, 50(12), 1281–1294.

2. Ghose, A. K., Koliadis, G., & Chueng, A. (2007). Process discovery from model and text artefacts. IEEE Services Computing Workshops (SCW), 167–174.

COMPONENT BUSINESS PROCESSES FOR SOFTWARE SUPPORTING PRODUCT MANAGER ACTIVITIES IN FORMING IT PRODUCT STRATEGY

Mariia Tsyhankova, Valentyna Moskalenko
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

In the context of high competition in the IT product market, strategic planning plays a crucial role in a company's success. The product manager is a key figure responsible for developing the product vision, its growth, and ensuring alignment with user needs and market demands. Accordingly, there is a need to create specialized software that automates the core business processes accompanying the formation and implementation of a product strategy. Such tools help product managers make data-driven decisions and align team efforts with business goals more efficiently. Their use is becoming essential in modern product development environments where speed, adaptability, and precision are critical. The foundation of such software consists of the following structured business processes:

1 Market Analysis and Research Process. This includes the collection and processing of data on competitors, analysis of market trends, and identification of target consumer needs. It is implemented through integrations with external data sources and web scraping tools.

2 Product Vision and Strategic Goals Formation Process. This involves tools for building a product value map, creating a Customer Journey Map, and forming the product mission based on user needs.

3 Feature Planning and Prioritization Process.This process provides evaluation of ideas using models such as MoSCoW, RICE, ICE; maintaining a flexible backlog; grouping features by release; and building a product development roadmap.

4 Strategy Implementation Monitoring Process.This is implemented through setting goals in the format of KPIs and OKRs, visualizing progress using dashboards, and integrating with analytics systems such as Google Analytics to monitor key metrics.

5 Team Management Process.This includes integration with task managers such as Jira, Trello, and Asana; creating and delegating tasks from the backlog; monitoring their completion; and balancing team members' workloads.

6 Feedback and Communication Process.This is implemented through integration with messaging platforms such as Slack and Microsoft Teams, enabling commenting, voting on features, and organizing internal discussions.

Thus, software that encompasses the described business processes creates a unified information environment to support the product manager throughout the entire product lifecycle – from idea to implementation. This allows for increased efficiency in strategic planning, reduced risk of poor decision-making, and enhanced product competitiveness in the market. As digital products become more complex, such solutions enable organizations to remain agile and better adapt to changing market conditions. Ultimately, they contribute to delivering more valuable and user-centered products.

THE CONCEPT OF SOFTWARE FOR ENHANCING THE EFFICIENCY OF IT PRODUCT MARKETING STRATEGIES

Udovichenko D.I., Moskalenko V. V.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

In the highly competitive information technology market, the key success factor of an IT product lies in its effective marketing strategy. Traditional marketing approaches are increasingly encountering difficulties in processing large volumes of data on IT market conditions and require automation of these processes. To develop such a concept, it is proposed to design specialized software. Let us examine the key aspects of this software.

One of the most important aspects is improving data analysis efficiency. The software being developed should automatically collect, integrate, and analyze data from various sources. This will enable the identification of market trends and hidden patterns in user behavior and determine the effectiveness of IT product promotion channels. This data will form the basis for making well-grounded and effective marketing decisions for the IT company.

The second aspect is improving targeting efficiency. The software should implement client segmentation and profiling tools so that product managers, IT product sales specialists, and other stakeholders involved in the development and promotion of the IT product can have a clear understanding of the target audience. This will allow the creation of personalized marketing activities aimed at specific segments, increasing conversion rates and reducing customer acquisition costs.

The third aspect is the selection of effective marketing channels. The software should provide product managers with data on the performance of each channel. This will enable the reallocation of the product marketing budget toward the most efficient channels, maximizing the return on marketing investments.

The fourth aspect of the software is enhancing the efficiency of IT market forecasting and marketing planning. The use of scenario modeling tools and forecasting functions within the software will help the product manager assess the potential impact of various factors. This will help reduce the risks associated with the IT product's marketing strategy.

The fifth aspect of the software is the calculation and continuous monitoring of KPIs related to the implementation of the IT product marketing strategy. Analyzing these KPIs will provide a clear picture of marketing effectiveness at each stage of the IT product's sales funnel. This will allow the timely identification of both successful, ineffective tactics, and the prompt optimization of the strategy.

The sixth aspect of the software is processing the results of competitive analysis. Access to competitor data will allow the identification of the company's own advantages and areas for growth, ultimately enhancing the strategic effectiveness of the IT company's marketing efforts.

Conclusion: The use of specialized software will enable IT product managers and other users to make informed decisions regarding product improvement, contribute to the development of an effective marketing strategy, and, as a result, increase the IT company's profitability.

FEATURES OF SYNTHESIS OF AUTOMATIC CONTROL SYSTEMS BY INTEGRAL QUADRATIC ESTIMATES

Usyk A. Y., Severin V. P.

National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

The paper deals with the peculiarities of numerical synthesis of automatic control systems (ACS) based on improved integral quadratic estimates (IQE). It is emphasized that even for third-order systems the problem of minimizing the IQE requires the use of numerical optimization methods. Practice has shown the high efficiency of the step adaptation method for one-dimensional search and the Nelder-Mead and Broyden-Fletcher-Golfarb-Shanno (BFGS) methods for multidimensional problems [1, 3].

The effectiveness of the approaches is demonstrated on the examples of second- and third-order ACS. It is noted that when choosing an excessive initial step, the optimization process may go beyond the boundaries of the stability region, where the target function may take incorrect (negative) values.

It is shown that classical numerical methods do not always provide the search for a solution in the admissible region of parameters. To eliminate this disadvantage, we propose a modification of optimization methods by introducing a vector target function and comparison operations that allow us to take into account the stability of the system at each search step. The developed methods provide: control of the stability region during optimization, reduction of the probability of obtaining incorrect solutions, achievement of the minimum of IQE with a given accuracy on variable parameters.

Numerical experiments have confirmed that the application of vector target function and search point comparison algorithm allow to effectively minimize IQE, avoiding the exit from the stability region. The results can be used in the automated synthesis of ACS with specified quality indicators [2].

References:

1. Usyk A. Y., Severin V. P. Methods of synthesis intelligent automatic control systems for power units of electric power plants // Computer science, management and artificial intelligence: Abstracts of the XI International Scientific and Technical Conference, 9-12 May 2024 - Kharkiv, NTU "KhPI" - 2024. - P. 137.

2. Usyk A. Y., Severin V. P. Optimal synthesis of intelligent information control systems of a nuclear power plant power unit for manoeuvrable operating modes // Information technology: science, engineering, technology, education, health: Abstracts of the XXXII International Scientific and Practical Conference MicroCAD-2024, 22-25 May 2024 - Kharkiv, NTU "KhPI" - 2024. - P. 1232.

3. Usyk A. Y., Severin V. P. Parametric synthesis of intelligent information control systems by optimization methods // Theoretical and practical research of young scientists: Abstracts of the XVIII International Scientific and Practical Conference of undergraduate and graduate students, 19-22 November 2024 - Kharkiv, NTU "KhPI" - 2024. - P. 40.

THE EFFECTIVENESS OF COMBINING TEXT TOPIC DETERMINATION ALGORITHMS WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Vlokh Serhii, Maria Bilova

National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Intelligent Text Analysis Systems are designed to extract meaningful information from large volumes of textual data to support various decision-making processes. One of the fundamental tasks in such systems is topic detection – the process of determining the main themes or subjects discussed in a given text.

A widely used method for this is TF-IDF (Term Frequency–Inverse Document Frequency), which evaluates the importance of words in documents relative to a corpus. While TF-IDF is efficient and interpretable, it has limitations in understanding deeper semantic relations in language.

To enhance the quality of topic detection, the system being developed aims to combine TF-IDF with artificial intelligence techniques, such as supervised machine learning algorithms, which can learn patterns in data and classify texts into predefined topics. This hybrid approach is expected to improve accuracy and adaptability in dynamic content environments.

To begin the process, textual data is collected from various sources and preprocessed through standard NLP techniques, such as tokenization, stop-word removal, and lemmatization. TF-IDF values are then computed to extract key features from each document.

These features are subsequently fed into a machine learning model (e.g., Naive Bayes, SVM, or neural networks), which has been trained on labeled data to associate term patterns with specific topics. The system outputs predicted topic labels, which can be used to personalize recommendations or organize large corpora of content.

To evaluate the effectiveness of this combined approach, an experimental module was developed to allow comparative testing between TF-IDF alone and the TF-IDF + AI integration, using metrics such as precision, recall, and F1-score across several datasets.

The results of this analysis are used to refine the model and assess its suitability for use in real-world intelligent systems.

RESEARCHING THE IMPACT OF PARALLEL CONSTRUCTIONS ON BPMN MODELS EFFICIENCY

Mykola Volosnikov, Andrii Kopp
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Business process modeling is an important tool in organizational management and information systems design. Business Process Model and Notation (BPMN) has become one of the most common standards for representing business processes.

The need to detect errors in BPMN models is based on their critical role in ensuring the reliability and efficiency of business operations. Errors in business process models can appear in the form of logical inconsistencies, deadlocks, or unachievable tasks that can potentially disrupt execution and compromise the efficiency of an entire organization. Parallel flows, which are often used to represent concurrent tasks, are particularly prone to such errors.

Therefore, our study seeks for the answers to the following research questions:

RQ1: How can the parallelism degree of a business process model be formally assessed?

RQ2: What is the impact of using parallel constructs in BPMN models on their error propensity?

Object of the study – the process of analyzing the impact of parallel constructions on BPMN model errors. Subject of the study – a software component for studying the impact of parallel constructions on BPMN model errors.

Purpose of the study – improving the quality of business process models by reducing errors caused by the use of parallel BPMN notation constructs.

It was found, that the Token Split (TS) measure is used to assess the impact of parallel (AND) gateways on BPMN models efficiency:

$$\mathrm{TS} = \sum_{g \in G_{or} \cup G_{and}} d_{out}(g) - 1,$$

where G_{or} is the set of OR gateways, G_{and} is the set of AND gateways, and $d_{out}(g)$ is the number of outgoing flows from a certain gateway $g \in G_{or} \cup G_{and}$.

The detection of TS thresholds for assessing the level BPMN models efficiency (Table 1) is performed by analyzing a large collection of 3729 BPMN models [1].

Table 1 – Threshold values for the BPMN TS measure

BPMN model efficiency thresholds	Very low	Fairly low	Fairly high	Very high
TS	≤ –0.95	> –0.95	> 0	> 0.95

By fitting a linear regression model to the data, an equation can be derived that predicts the TS value based on the number of AND gateways. This predictive model will be particularly useful for assessing the potential erroneous of BPMN models based on the gateways structure without the need to perform complex computations.

References:

1. BPMN for research, https://github.com/camunda/bpmn-for-research, 18.04.2025.

CLASSIFICATION AND ANALYSIS OF MODERN MEDICAL INFORMATION SYSTEMS: INTERNATIONAL AND UKRAINIAN EXPERIENCE

Viktor Yamburenko, Iryna Liutenko
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Information technologies play a crucial role in enhancing the efficiency of healthcare services. Medical Information Systems (MIS) facilitate the storage, processing, and analysis of medical data, support clinical decision-making, and enable communication between patients and medical personnel. These capabilities significantly improve the quality and timeliness of service delivery and address numerous challenges associated with outdated approaches.

This study explores the application of MIS in the healthcare sector. A classification of MIS has been conducted based on their functional purpose, level of implementation, and technological architecture. Additionally, the paper examines existing examples of information systems in both Ukraine and globally, as well as widely adopted standards and requirements for medical systems.

MIS can be classified according to the following criteria:

- by level of implementation: local (within a single institution), regional, or national systems;
- by user groups: systems for physicians, nurses, patients, and administrative staff;
- by functional purpose: administrative, clinical, laboratory, diagnostic, telemedicine and knowledge-based systems;
- by access platforms: desktop-based, web-based, and mobile applications;
- by system architecture: monolithic, modular, microservice and serverless architectures;
- by infrastructure: on-premises systems and cloud-based solutions.

Among the systems examined in this study were:

- Ukrainian systems: Helsi.me, EMCImed, Doctor Eleks, Health24;
- USA systems: Epic, Cerner, Infor Healthcare.
- Europe: EMIS Health (UK), NHS Spine (UK), CGM CLININET(Germany), ORBIS U (one of Dedalus HealthCare products, Germany)

Among the widely adopted standards, the following are particularly noteworthy:

- HL7 – an international standard for the exchange of medical data between Medical Information Systems;
- DICOM 3.0 – an international standard for the storage, exchange, and transmission of medical images;
- openEHR – a set of specifications for the storage, exchange, and reuse of electronic health records.

INTEROPERABLE BLOCKCHAIN ARCHITECTURE FOR SECURE AND TRANSPARENT SUPPLY CHAIN MANAGEMENT

Pavlo Zherzherunov, Oleksandr Shmatko
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

The rapid development of blockchain technology has transformed supply chain management by enhancing traceability, transparency, and data security. This study presents an innovative model aimed at resolving key interoperability and standardization challenges within blockchain-based supply chains. The proposed framework introduces the use of verifiable credentials, digital signatures, and metadata schemas to support the cross-platform tracking of assets while ensuring regulatory compliance and data immutability.

The model is structured around a credential verification ecosystem involving four key participants: issuer, owner, verifier, and data registry. These entities interact through cryptographically validated claims, supported by digital signature mechanisms and public key infrastructure. This structure ensures semantic compatibility across different blockchain systems and promotes automated schema expansion to meet evolving regulatory and operational needs. The integration of W3C-compliant data formats enables seamless communication and validation processes between disparate platforms.

One of the primary applications highlighted is the traceability of pharmaceuticals and medical equipment. Through digital signatures recorded on decentralized ledgers, each asset's history can be independently verified at every stage of the supply chain. This capability reduces fraud, enhances audit efficiency, and fosters trust among stakeholders [1], [2].

The model's adaptability allows for its deployment in multi-stakeholder environments, facilitating real-time collaboration and the secure exchange of credentialed data. As emphasized in recent studies, blockchain's potential lies not only in data integrity but also in establishing trust without central authority [3], [4].

This research advances blockchain application by combining verifiable credentials with decentralized control, thereby contributing to the development of intelligent, interoperable, and secure supply networks for next-generation logistics infrastructures.

References:

1. Cagigas D., Clifton J., Diaz-Fuentes D., Fernández-Gutiérrez M. Blockchain for public services: A systematic literature review // *IEEE Access.* 2021. Vol. 9. P. 13904–13921.

2. Sunny F.A., Hajek P., Munk M., Abedin M.Z. et al. A systematic review of blockchain applications // *IEEE Access*. 2022. Vol. 10. – P. 38863–38882.

3. Hasselgren A., Kralevska K., Gligoroski D. et al. Blockchain in healthcare and health sciences–A scoping review // *International Journal of Medical Informatics.* 2020. Vol. 134. P. 104040.

4. Gurtu A., Johny J. Potential of blockchain technology in supply chain management: a literature review // *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management.* 2019. Vol. 49(9). P. 881–900..

ПЛАТФОРМИ ДЛЯ ПОШУКУ І СТВОРЕННЯ ЛОКАЛЬНИХ ПОДІЙ НА ОСНОВІ ІНТЕРЕСІВ

Автенюк Д.О., Шуба І.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сучасні технології докорінно змінили способи взаємодії людей, організації подій та пошуку однодумців. Завдяки розвитку інтернету, соціальних мереж і мобільних додатків з'явилися нові можливості для проведення зустрічей та заходів за спільними інтересами, хобі чи професійною діяльністю. Платформи для організації локальних подій стали важливим елементом цифрової екосистеми, охоплюючи як невеликі зустрічі, так і масштабні події – конференції, тренінги, концерти тощо.

Проте користувачі часто стикаються з труднощами пошуку релевантних заходів поблизу. Це вимагає створення ефективних механізмів фільтрації та персоналізованого пошуку, які б дозволили швидко знаходити події відповідно до інтересів, а також зручно організовувати власні заходи.

Застосування мобільних технологій та геолокації зробили доступ до подій значно зручнішим. Платформи, орієнтовані на локальні спільноти, набувають популярності серед тих, хто прагне реального спілкування, створення груп за інтересами або розвитку власної справи.

Існуючі сервіси – Meetup, Eventbrite, Facebook Events – надають базові можливості пошуку й організації подій. Водночас вони мають обмеження: недостатня персоналізація рекомендацій, слабка інтеграція з соціальними мережами, обмеженість у налаштуванні подій і комунікації з учасниками.

Тому актуальним є створення нової платформи для локальних подій, яка забезпечить персоналізований пошук, фільтрацію за інтересами та зручний інтерфейс для організаторів. Такий інструмент сприятиме розвитку активних спільнот, ефективній комунікації та реалізації ініціатив на місцевому рівні.

У межах даного проєкту розробляється вебплатформа, яка дозволяє користувачам не лише шукати та фільтрувати події за інтересами, місцезнаходженням та категоріями, але й створювати власні заходи з широкими можливостями налаштування. Платформа підтримує декілька ролей: звичайні користувачі можуть переглядати та реєструватися на події, створювати власні ініціативи, залишати відгуки; організатори – керувати подіями, відстежувати статистику, взаємодіяти з учасниками; адміністратори – модерувати контент, керувати категоріями, перевіряти безпеку і якість сервісу. Таким чином, продукт охоплює повний цикл взаємодії – від ідеї до реалізації події – та створює умови для розвитку динамічної платформи реальних зустрічей за інтересами.

ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ У ПРОГРАМАХ ЛОЯЛЬНОСТІ

Бабіч І.К., Орловський Д.Л.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Інформаційні системи підтримки бізнесу відіграють визначну роль у діяльності сучасних підприємств. Вже на початку функціонування бізнесу стейкхолдери повинні закладати впровадження інформаційної технології, яка б відповідала особливостям підприємства, створювала умови для аналізу поточного стану, була б гнучкою, орієнтувалася на розвиток за перспективними напрямками. Успішність бізнесу, в деякий мірі, зводиться до розширення клієнтської базі. Тож логічно допустити, що функціонал наповнення такої бази, її аналізу та механізми стимуляції її розширення за рахунок залучення нових клієнтів та заохочення існуючих– це один з напрямків, що потребують уваги.

Для бізнесу в сфері роздрібних продажів або e-commerce в якості інформаційної системи рекомендується використовувати системи класу CRM (Customer Relationship Management – система управління взаємовідносинами з клієнтами). Вона зберігає усі дані про клієнта, що в поєднанні з аналітичним функціоналом зможе краще розуміти клієнта та його поведінку. Управління винагородою клієнтів за лояльність до бренду відокремлюється в модуль «лояльність» інформаційної системи. Зв'язок CRM з програмами лояльності полягає у наступному:

1. Персоналізація програм лояльності через дані CRM: CRM-системи збирають дані з різних джерел – покупки, сайти, соцмережі, служба підтримки – створюючи цілісний профіль клієнта. Аналітика дозволяє персоналізувати пропозиції, замінюючи загальні знижки на індивідуальні винагороди, що мають емоційне значення для клієнта.
2. Залучення клієнтів за допомогою CRM: CRM дозволяє сегментувати клієнтів і надсилати персоналізовані повідомлення в потрібний час різними каналами зв'язку.
3. Вимірювання ефективності програм лояльності: CRM-системи відстежують поведінку клієнтів у реальному часі та надають дані для оцінки ключових показників – утримання клієнтів, частота покупок, середній чек. Це дозволяє оперативно коригувати стратегії та підвищувати результативність програм.

Серед CRM українського виробництва, що мають елементи управління лояльністю, можна назвати: SendPulse, Sales Creatio, XRM® Loyalty, IT-Enterprise, Siebel CRM, ABM Loyalty, Trade Control Center, KeyCRM. Серед закордонних виробників, системи яких популярні в Україні можна навести: Salesforce CRM, Microsoft Dynamics 365, Zoho CRM, HubSpot CRM, Pipedrive.

Отже, сучасні CRM-системи є не лише інструментами збереження даних, а й потужною аналітичною платформою для побудови ефективних персоналізованих програм лояльності. Їх впровадження є критично важливим для розвитку клієнтоорієнтованої стратегії підприємства.

РОЗРОБКА МОБІЛЬНОЇ ГРИ «MINDBREAKER»

Бабунашвілі Р. О., Кононенко І. В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасному цифровому середовищі мобільні ігри відіграють важливу роль у дозвіллі користувачів усіх вікових категорій. Особливою популярністю користуються головоломки – ігри, які розвивають логічне мислення, уважність, пам'ять та здатність до стратегічного планування. Головоломки приваблюють гравців простотою освоєння, короткими ігровими сесіями та глибокими внутрішніми механіками, що робить цей жанр універсальним і завжди актуальним.

Метою роботи є розробка мобільної гри на Android під назвою «MindBreaker» у жанрі головоломки, яка поєднує в собі два режими з різними механіками та логікою.

1. Режим «Пам'ять». У цьому режимі всі картки спочатку закриті. Гравець має відкрити їх за обмежену кількість спроб, знаходячи парні елементи. З кожним новим рівнем кількість карток зростає, а дозволена кількість спроб – зменшується, що підвищує складність та потребує від гравця дедалі кращої пам'яті, уваги та стратегії відкривання.

2. Режим «Лабіринт». У цьому режимі гравець керує персонажем за допомогою управління у вигляді джойстику та проходить через рівень, який являє собою лабіринт, що генерується кожен раз по-новому (що і робить гру унікальною). Метою є знайти вихід, уникаючи тупиків за обмежений час. Рівень має чітко обмежені стіни, ігрове поле добре структуроване, є відчуття глибини завдяки освітленню й оформленню. Цей режим спрямований на розвиток просторового мислення та навігаційних навичок.

Інтерфейс гри мінімалістичний та інтуїтивно зрозумілий.

— У верхній частині екрана відображаються лічильники та номер рівня.

— Можливість переходу до меню налаштувань для увімкнення або вимкнення музики та звукових ефектів. Для кожного рівня є можливість перезапуску, паузи та виходу з гри.

— Візуальний стиль витриманий у яскравих кольорах, що добре підходить для мобільних головоломок, а також полегшує орієнтацію на екрані.

Для реалізації проєкту використано сучасний інструментарій, який забезпечує ефективну розробку та кросплатформенну підтримку.

— Unity – популярний рушій для розробки 2D та 3D-ігор, який дозволяє створювати ігрову логіку, анімації та працювати з мобільними платформами.

— **C#** – мова програмування, що використовується для реалізації механік гри, логіки переходу між режимами, збереження прогресу тощо.

— Visual Studio – середовище розробки для написання та налагодження C#-коду з інтеграцією до Unity.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНО-УПРАВЛЯЮЧОЇ СИСТЕМИ БАНКУ

Бондарчук Р.В., Нікуліна О.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасних умовах розвитку корпоративних IT-систем особливої актуальності набувають засоби централізованого адміністрування та технічної підтримки користувачів. Одним із найбільш поширених рішень у цій галузі є Microsoft Endpoint Configuration Manager, який забезпечує централізоване управління пристроями в межах великої організації.

Одним із ключових інструментів MECM є Remote Control – функціонал, що дозволяє IT-спеціалістам підключатися до віддалених робочих станцій з метою діагностики, вирішення проблем, встановлення оновлень тощо. Незважаючи на багаторічну надійність у використанні, Remote Control має низку технічних та функціональних обмежень, які знижують його ефективність в умовах сучасних вимог безпеки, швидкодії та зручності.

Метою даної дипломної роботи є аналіз, проєктування та реалізація вдосконаленої версії інструменту віддаленого керування, з урахуванням сучасних вимог до безпеки, зручності використання та функціональності.

Було здійснено аналіз поточної реалізації інструменту Remote Control. Виявлено ключові недоліки: відсутність історії підключень, відсутність можливості перегляду бажаного екрану, передача файлів, обмін повідомленням, запис сесії; можливість підключення до багатьох машин не відкриваючи додаткових вікон програми.

Для вирішення виявлених проблем запропоновано вдосконалення інструменту віддаленого керування, який базується на сучасних принципах програмної інженерії. Удосконалена версія передбачає:

- Покращення інтерфейсу: створення адаптивного UI на основі WPF, масштабуванням, швидким доступом до основних функцій.
- Підвищення продуктивності: оптимізація обміну даними в умовах обмеженого каналу, кешування стану сеансів, історія підключень.

У результаті впровадження ІУС очікується:

- зменшення навантаження на персонал;
- підвищення точності прийняття управлінських рішень;
- покращення взаємодії з віддаленими машинами.

Подальші етапи дослідження передбачають тестування системи в умовах банківського середовища та її масштабування.

Таким чином, удосконалення інструменту Remote Control у межах Microsoft Configuration Manager є актуальним завданням, що спрямоване на покращення використання віддаленої технічної підтримки в корпоративних мережах. Розробка нової версії дозволяє усунути наявні недоліки стандартного рішення та впровадити сучасні функціональні можливості, властиві передовим комерційним продуктам.

СТВОРЕННЯ ПЕРСОНАЛІЗОВАНОЇ РЕКОМЕНДАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ВИБОРУ АНІМЕ-КОНТЕНТУ

Бубнов А.І., Нікуліна О.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасному цифровому середовищі користувачі щоденно стикаються з проблемою надмірного вибору контенту. Особливо актуальною ця проблема є у сфері перегляду аніме, де кількість доступних тайтлів перевищує десятки тисяч і постійно зростає. Без надійного механізму фільтрації та персоналізованої навігації, нові глядачі часто не знають, з чого почати, а досвідчені – що подивитися далі. Це призводить до втрати часу, перегляду нерелевантного контенту та зниження задоволення від перегляду. У відповідь на це було поставлено мету дослідження – створення мобільного додатку з рекомендаційною системою, яка допомагає кожному користувачу знайти саме те аніме, яке йому до вподоби.

У ході дослідження було розглянуто основні підходи до побудови рекомендаційних систем, зокрема: фільтрацію на основі контенту (content-based filtering), колаборативну фільтрацію (collaborative filtering) та гібридні методи. В межах розробки MVP-прототипу було обрано підхід контентної фільтрації із застосуванням алгоритму машинного навчання – методу k-ближчих сусідів (k-Nearest Neighbors, k-NN). Цей підхід дозволяє знаходити тайтли, схожі на ті, які вже були оцінені користувачем, виходячи з їх жанру, формату, студії, року випуску та інших атрибутів.

Система отримує дані через інтеграцію з API платформи MyAnimeList, що є однією з найбільших у світі баз даних аніме. Зовнішні дані обробляються і зберігаються у внутрішній структурованій базі, після чого проходять попередню обробку для покращення кластеризації. Особлива увага приділялася реалізації зручного функціоналу для користувача: авторизація, анкетування при реєстрації, додавання тайтлів до особистих списків («Улюблене», «Не сподобалось», «Планую переглянути»), пошук за жанрами, форматом, роком випуску, можливість оцінювання і коментування.

Очікувані результати розробки включають:

підвищення релевантності запропонованого контенту завдяки персоналізованим рекомендаціям;

скорочення часу на вибір нового аніме;

покращення взаємодії користувача з додатком і формування лояльного ком'юніті;

популяризацію аніме як культурного феномену через покращення першого досвіду перегляду.

Подальша робота передбачає тестування системи на великій вибірці користувачів, збір зворотного зв'язку та удосконалення моделей персоналізації.

РОЗРОБКА СИСТЕМИ БІЗНЕС-АНАЛІТИКИ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ДИНАМІКИ ПРОДАЖІВ ТОВАРІВ

Ватулєв Р.О., Коваленко С.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасних ринкових умовах малі підприємства та фізичні особи-підприємці (ФОП) дедалі більше потребують доступних інструментів для ефективного аналізу показників продажів. Більшість наявних програмних рішень є надто складними для широкого кола користувачів або потребують спеціалізованої підготовки у сфері аналітики чи фінансового обліку. У зв'язку з цим, метою даної роботи є розробка зручного у використанні десктопного програмного забезпечення, здатного автоматизувати процес аналізу продажів без залучення фахівців з аналітики.

Система, яка розроблюється, передбачає автоматичну обробку даних з CSV-файлів, що містять інформацію про реалізацію товарів. Після імпорту звітів програма аналізує вміст, визначає ключові показники (загальний дохід, обсяг реалізації, рентабельність продукції) та відображає результати у вигляді візуалізацій [1]. Крім того, передбачається формування рекомендацій для користувача, наприклад, щодо доцільності повторного замовлення окремих позицій або вилучення малорентабельних товарів з асортименту.

Проєктом передбачено реалізацію інтерфейсу, що не потребуватиме тривалого навчання та дозволить швидко адаптуватися до основного функціоналу. Технологічна складова включає обробку табличних даних, побудову графічних візуалізацій і формування текстових підказок. Додатково планується впровадження модуля індивідуального аналізу товарів, що дасть змогу користувачеві порівнювати динаміку реалізації одного й того самого товару у різні часові періоди, відстежувати зміну його рентабельності та загальні тенденції змін у попиті.

Подальші етапи передбачають тестування програмного забезпечення на основі умовного прикладу підприємства, що дасть змогу перевірити дієвість функціоналу в наближених до реальності умовах. Очікується, що застосування розробленої системи дозволить значно скоротити час на обробку даних та підвищити точність аналітичних висновків у порівнянні з ручними методами.

У підсумку, реалізація проєкту має забезпечити створення стабільного та швидкодіючого інструменту для бізнес-аналітики, доступного для широкого кола користувачів. Такий продукт сприятиме прийняттю обґрунтованих управлінських рішень та підвищенню ефективності діяльності малого бізнесу.

Література:

1. Lubwama R. The Inside Track to Excelling As a Business: Soft Skills That Can Accelerate Your Career. New York: Apress, 2020. 179 p. (DOI https://doi.org/10.1007/978-1-4842-5543-8).

ВІРТУАЛІЗАЦІЯ МЕРЕЖЕВИХ ФУНКЦІЙ В ТРАНСФОРМАЦІЇ СИСТЕМ ТА МЕРЕЖ ПЕРЕДАВАННЯ ДАНИХ

[1]Воловщиков В.Ю., [2]Шапо В.Ф., [3]Левінський М.В., [4]Левінський В.М.

[1]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

[2]Інститут Військово-морських Сил Національного університету "Одеська морська академія", м. Одеса

[3]Національний університет "Одеська морська академія", м. Одеса

[4]Одеський національний технічний університет, м. Одеса

Стрімке збільшення обсягів мережевого трафіку у зв'язку з розвитком класичних комп'ютерних мереж, все більш активним використанням технологій промислового Інтернета речей на виробництві, в системах реального часу та військових застосунках в поєднанні з необхідністю швидкого та ефективного масштабування телекомунікаційних сервісів вимагає інноваційних підходів до проектування та розгортання сучасних мережевих архітектур. Технологія NFV, яка дозволяє реалізувати критично важливі мережеві функції у вигляді програмного забезпечення, що виконується на віртуальних машинах або в контейнерному середовищі, відкриває безпрецедентні можливості для телекомунікаційних операторів та провайдерів послуг зв'язку. В роботі досліджуються актуальні тенденції розвитку технології NFV, включаючи інтеграцію з хмарними інфраструктурами, впровадження автоматизованих програмно-апаратних систем управління мережею та застосування методів штучного інтелекту для оптимізації роботи віртуалізованих мережевих сервісів. Впровадження таких сучасних хмарних платформ, як OpenStack, Kubernetes та аналогічних, дозволяє досягти високих показників масштабованості, гнучкості та мобільності мережевих сервісів. Паралельно інтенсивно розвивається напрям застосування інтелектуальних алгоритмів машинного навчання для моніторингу, аналітики та динамічної адаптації віртуалізованих мережевих функцій у режимі реального часу, що надважливо для застосування на виробництві та у військових застосунках. Одночасно активно опрацьовується вирішення складних технічних викликів, пов'язаних із забезпеченням належного рівня кібербезпеки, стабільності функціонування критичних сервісів та впровадженням уніфікованих стандартів взаємодії між рішеннями різних виробників. Аналіз актуальних тенденцій у сфері віртуалізації мережевих функцій демонструє докорінну трансформацію телекомунікаційної галузі та поступовий перехід від традиційних статичних мережевих архітектур до гнучких, програмно керованих інфраструктур нового покоління. Незважаючи на існуючі технічні складнощі та виклики, технологія NFV демонструє значний потенціал для суттєвого підвищення ефективності і живучості мереж передавання даних та мінімізації експлуатаційних витрат та вимагає включення в навчальні програми відповідних дисциплін в університетах. Проведено комплексний аналіз переваг та складностей, пов'язаних із впровадженням цієї технології. Результати проведеного дослідження підтверджують, що впровадження NFV сприяє скороченню експлуатаційних витрат, значному підвищенню гнучкості інфраструктури, прискоренню розгортання нових телекомунікаційних сервісів.

ПІДВИЩЕННЯ ЖИВУЧОСТІ ЛОКАЛЬНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ НАДЛИШКОВОСТІ ПРИ МІНІМАЛЬНОМУ БЮДЖЕТІ

[1]Воловщиков В.Ю., [2]Шапо В.Ф., [3]Левінський М.В., [4]Левінський В.М.

[1]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

[2]Інститут Військово-морських Сил Національного університету "Одеська морська академія", м. Одеса

[3]Національний університет "Одеська морська академія", м. Одеса

[4]Одеський національний технічний університет, м. Одеса

Різноманітні інформаційні системи, до складу яких входить безліч типів персональних комп'ютерів, ноутбуків, смартфонів, програмованих контролерів, мережевих сховищ даних, дротового та бездротового мережевого обладнання і т. п.), в теперішній час використовуються в великій кількості галузей діяльності людини. Вихід будь-яких інформаційних систем з ладу веде до зупинки виробництва, транспорту, бізнесу, що у свою чергу веде до втрат часу, грошей, а в деяких випадках, – людських життів та знищення різних технічних об'єктів.

В деяких випадках (звичайний вихід з ладу деякого обладнання, відключення електроенергії, знищення обладнання з-за ворожої атаки під час війни, збій роботи програмного забезпечення і т.д.) постає задача забезпечення постійної працездатності окремих вузлів інформаційних систем, що складаються з дротового та бездротового мережного обладнання та комп'ютерів. Працездатність (підвищена живучість) вузлів інформаційних систем забезпечується використанням надлишковості каналів зв'язку та апаратного забезпечення (два чи більше каналів зв'язку у провайдера Інтернет, забезпечення доступу в Інтернет з використанням одночасно мінімум двох провайдерів, використання двох боків живлення на серверах, використання двопроцесорних серверів, дискових масивів, двох чи більшої кількості мережевих плат в комп'ютері і т.п. Причому в великій кількості випадків для відновлення працездатності можна використати морально застаріле обладнання (комп'ютери, що мають 1-2-3 вільних роз'єми шини PCI для встановлення відповідних мережевих плат) та програмне забезпечення (Windows XP, Vista та відповідні драйвери). Саме такий підхід розглядається в даній роботі.

Оскільки застаріла морально комп'ютерна техніка та комплектуючі в теперішній час розповсюджені і часто можуть бути отримані даром або за невеликі гроші, запропонований підхід дозволяє мінімізувати або звести до нуля затрати на апаратне забезпечення в разі появи необхідності реалізації такого рішення. Одночасно може бути вирішена задача навчання студентів, які вчаться на спеціальностях, пов'язаних з апаратним забезпеченням комп'ютерних систем, мережами передавання даних, промисловою автоматизацією і т.д. Крім більш глибокого вивчення взаємодії апаратних підсистем комп'ютера та отримання досвіду їх збирання, студенти можуть опановувати налаштування операційних систем сімейств Windows та Linux для роботи в мережах, принципи роботи мережевих протоколів STP, RSTP, MSTP.

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОПРАЦЮВАННЯ ЛІНГВІСТИЧНИХ СТРУКТУР: ОГЛЯД ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

Воржевітіна А.І., Шаронова Н.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасному інформаційному суспільстві дослідження у галузі інформаційних технологій опрацювання лінгвістичних структур є важливим з огляду на зростання текстових даних та розвиток ШІ. Актуальність зумовлена необхідністю ефективного аналізу, розуміння та генерації природної мови для прогресу в автоматизації, інтелектуальних системах, гуманітарних науках та збереженні культурної спадщини. Метою цієї роботи є обговорення сучасного стану, проблем та перспектив зазначеної галузі.

Розвиток інформаційних технологій з опрацювання лінгвістичних структур є динамічним процесом зі значними досягненнями, але сьогодні стикається з серйозними проблемами, подолання яких може відкрити нові можливості. Сучасний стан демонструє прогрес у створенні лінгвістичних ресурсів та розробці методів NLP з використанням глибокого навчання. Існують проблеми, пов'язані з якістю лінгвістичних ресурсів, контекстуальним розумінням мови, управлінням великими даними та етичними аспектами. Перспективи розвитку пов'язані з удосконаленням моделей, мультимовністю та інтеграцією зі ШІ.

Ефективне опрацювання природної мови важливе для розвитку інтелектуальних систем, взаємодії людини з комп'ютером, аналізу великих даних. Розуміння сучасного стану, проблем і перспектив галузі є необхідним для подальшого прогресу. Досягнуто значного розвитку лінгвістичних ресурсів та алгоритмів NLP (нейронні мережі, глибоке навчання). Проте існують проблеми, що стримують розвиток – якість ресурсів, розуміння контексту та семантики, управління великими даними й етика. Перспективи пов'язані з подальшим розвитком глибокого навчання, багатомовністю та інтеграцією з іншими ШІ-технологіями для створення розвинених інтелектуальних систем аналізу даних.

Підсумовуючи, розвиток інформаційних технологій опрацювання лінгвістичних структур є складним та багатогранним процесом. Для досягнення подальших інновацій необхідні спільні зусилля науковців та розробників для подолання проблем та реалізації перспективних досліджень.

Література:

1. N. Khairova, Y. Kupriianov, A. Vorzhevitina, O. Shanidze, Models for effective categorization and classification of texts into specific thematic groups (using gender and criminal themes as examples, in: Proceedings of the 8th International Conference on Computational Linguistics and Intelligent Systems (COLINS-2024), volume 4, Lviv, 2024, pp. 37 – 49. URL: https://ceur-ws.org/Vol-3722/ (date of access: 25.03.2025).
2. N. Sharonova, I. Kyrychenko, G. Tereshchenko, Application of Big Data Methods in E-Learning Systems, in: Proceedings of the 5th International Conference on Computational Linguistics and Intelligent Systems (COLINS-2021), volume 1, Kharkiv, 2021, pp. 1302–1311. URL: https://ceur-ws.org/Vol-2870/ (date of access: 26.03.2025).

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ КОМПЕТЕНЦІЙ СТУДЕНТА ВИКОРИСТОВУЮЧИ МАТРИЦЮ ЄВРОПЕЙСЬКИХ КОМПЕТЕНЦІЙ

Гамаюн О.С., Сокол В.Є., Сапронов П.Ю.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У зв'язку із впровадженням низки освітніх стандартів і необхідністю об'єктивного аналізу знань студентів, актуальною постає задача автоматизації оцінювання компетенцій студентів. Основним викликом в даній сфері можна вважати проблематику конвертації результатів традиційного навчання – зокрема, академічних результатів – відповідно до сучасних моделей компетенцій, які відповідають поточним вимогам ринку праці [1]. Однією з таких моделей постає European e-Competence Framework (e-CF), яка широко використовується у сфері інформаційних технологій [2].

У межах дослідження було поставлено задачу створити програмне забезпечення, що дозволяє автоматизовано ідентифікувати компетенції студента на основі його диплома (додатку). Основною технічною особливістю рішення є використання технологій оптичного розпізнавання символів (OCR) для витягнення текстової інформації з графічного документа (наприклад, скану диплома), а також алгоритмів аналізу оцінок і їх зіставлення з відповідними компетенціями e-CF.

Дослідження передбачає опис підходів щодо імплементації процесів роботи комплексної системи, а саме: завантаження зображення диплома, зчитування та попередня обробка (очищення, стандартизація назв дисциплін тощо) даних, із використанням інструментів OCR; подальше зіставлення дисциплін з відповідними компетенціями з бази знань на основі запропонованих алгоритмічних інструментів (оцінки при цьому відіграють роль вагових коефіцієнтів при розрахунку рівня сформованості кожної компетенції).

Таким чином, реалізація даного підходу може значно покращити якість освітнього аналітичного інструментарію, забезпечити стандартизацію оцінювання та підвищити взаєморозуміння між освітніми установами та роботодавцями відносно визначення професійних компетенцій потенційних робітників, а також дозволить мінімізувати вплив людського фактора щодо продуктивності низки процесів в межах даної проблематики. Розглянута концепція відкриває можливості для формування адаптивної моделі підготовки фахівців, здатної оперативно відповідати на зміни умов ринку праці.

References:

1. C. L. Garay-Rondero Competency-based assessment tools for engineering higher education: a case study on complex problem-solving / C. L. Garay-Rondero, A. Castillo-Paz, C. Gijón-Rivera, G. Domínguez-Ramírez, C. Rosales-Torres, A. Oliart-Ros // Cogent Education. – 2024. – No. 1. C. 1-31.

2. H. Plessius Mapping the European e-Competence Framework on the domain of Information Technology: a comparative study / H. Plessius, P. Ravesteyn // Bled eConference Digital Economy. – 2016. – C. 1-13.

АНАЛІЗ ТА РОЗРОБКА МОДЕЛЕЙ І ПРОЦЕСІВ КРАУД-ФАНДИНГОВОЇ ПЛАТФОРМИ ДЛЯ ІНДІ-РОЗРОБНИКІВ ВІДЕОІГОР

Гангалова К.С., Шуба І.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Інді-розробники відеоігор в Україні часто стикаються з нестачею фінансування та низькою видимістю проєктів серед потенційних гравців і спонсорів. Для подолання цих викликів було запропоновано створити спеціалізовану краудфандингову веб-платформу «CrowdGaming», яка дозволить авторам ігор знаходити фінансову підтримку з боку геймерської спільноти. Дослідження існуючих рішень, таких як Kickstarter, Indiegogo та український сервіс «Спільнокошт» показав, що багато платформ мають надто широкий фокус, не надають розробникам ігор достатньої гнучкості або прозорого механізму обробки фінансування. На основі аналізу спроєктовано концептуальну модель краудфандингової платформи, яка включає: реєстрацію користувачів, створення кампаній, можливість спонсорування, збереження транзакцій та інтеграцію з платіжними сервісами. Для представлення архітектури платформи використані UML-діаграми (послідовності, кооперації, діяльності, компонентів, розгортання), IDEF0 та DFD-моделі, які дозволили повноцінно описати бізнес-логіку та структуру системи. Логічна та фізична моделі даних охоплюють основні сутності платформи такі як, користувачів, ігри, транзакції, ролі, коментарі та кампанії. Було сформульовано функціональні та нефункціональні вимоги до системи, а також розроблено будинок якості для виявлення ключових технічних характеристик.

Окрему увагу приділено можливим проблемам функціонування платформи, серед яких, нестача прозорості у фінансових процесах, низька мотивація спонсорів, технічні помилки у платіжній інтеграції. З метою системного аналізу причин можливих збоїв та невдач у роботі платформи була побудована діаграма Ішикави (рис.), яка дозволяє структурувати фактори впливу на кінцеву якість продукту та ідентифікувати критичні напрямки для вдосконалення.

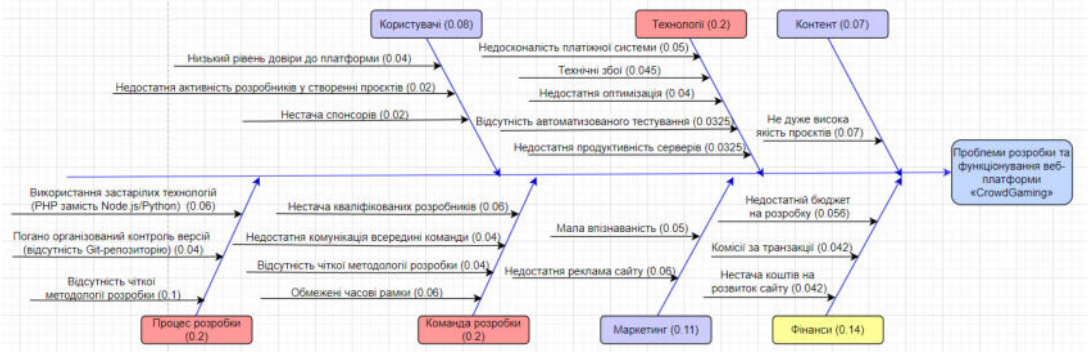


Рисунок – Діаграма причинно-наслідкових зв'язків покращення якості розробки продукту

Результати дослідження можуть бути корисні для подальшої реалізації платформи в реальних умовах, а також як приклад моделювання складних інформаційних систем з орієнтацією на цифрову економіку та геймерську індустрію.

ОМНІКАНАЛЬНИЙ ПІДХІД ПРИ АВТОМАТИЗАЦІЇ КОМУНІКАЦІЙ В СИСТЕМІ КЕРУВАННЯ КЛІЄНТСЬКОЮ ВЗАЄМОДІЄЮ

Гордієнко Т.А.

Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна

У сучасних умовах розвитку інформаційних технологій успішна взаємодія з клієнтами формуючи основу конкурентних переваг підприємств. Зміна очікувань споживачів, зростання кількості каналів комунікації та розвиток цифрових сервісів розширюють застосування моделей управління клієнтським досвідом. Системи керування клієнтською взаємодією (CRM) поступово еволюціонують від засобів обліку до комплексних цифрових середовищ, які забезпечують гнучку, контекстуально обґрунтовану та оперативну комунікацію. Зростання динаміки комунікаційних процесів і потреба в персоналізованому сервісі висувають нові вимоги до CRM-систем. У багатьох галузях, зокрема у сфері послуг і виробництва на замовлення, спостерігається стійке зростання запитів, що надходять через різноманітні цифрові канали – від веб-заявок до повідомлень у месенджерах. Клієнти очікують на безперервність комунікації, швидке реагування та можливість обирати зручний для себе канал зв'язку. У таких умовах застосування традиційної, ізольованої моделі обслуговування, яка не синхронізує дані між каналами, стає малоефективним. Відсутність єдиного представлення про клієнта ускладнює побудову послідовної комунікації, що, у свою чергу, негативно впливає на якість сервісу та рівень задоволеності споживача. Саме тому актуалізується необхідність впровадження нових підходів до комунікаційної автоматизації в рамках систем керування клієнтською взаємодією. Виконаний аналіз функціональності більшості впроваджених CRM-рішень свідчить про наявність низки обмежень у сфері міжканальної взаємодії. Зокрема дані, зібрані через різні канали, часто зберігаються в розрізнених системах, що унеможливлює створення єдиного клієнтського профілю; історія комунікації не є наскрізною, що призводить до повторного запиту однієї і тієї ж інформації на різних етапах взаємодії; відсутність єдиної платформи для керування каналами ускладнює автоматизацію сценаріїв обслуговування; неможливість оперативної маршрутизації запитів на основі контексту знижує швидкість реагування. Ці обмеження особливо критичні для галузей, де процес надання послуг передбачає багатоступеневу взаємодію з клієнтом – погодження технічних параметрів, візуальний перегляд макетів, визначення вартості, контроль строків тощо. Таку ситуацію може вирішити омніканальний підхід до автоматизації комунікацій, що забезпечує цілісність та узгодженість взаємодії з замовником у всіх точках дотику – як онлайн, так і офлайн. Такий підхід не лише підвищує якість обслуговування, але й слугує основою для формування довготривалих відносин між клієнтом та брендом, особливо в секторах із високим рівнем індивідуалізації запитів.

Література:

Гордієнко Т. Розширення функціоналу платформ електронної комерції для обслуговування поліграфічних замовлень. *Академічна й університетська наука: результати та перспективи*, №17, 2024. С. 306-309.

РОЗРОБКА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ РЕКОМЕНДАЦІЙ TELEGRAM-КАНАЛІВ ДЛЯ РЕКЛАМНОЇ СТРАТЕГІЇ УНІВЕРСИТЕТІВ

Горохова С.О., Лобач О.В.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна

На тлі стрімкого розвитку цифрових технологій соціальні медіа стали ключовим інструментом маркетингу, зокрема й в сфері освіти. Вищі навчальні заклади активно використовують різноманітні соціальні мережі для залучення абітурієнтів, підвищення обізнаності про свої освітні програми та створення іміджу. Особливо популярною серед української молоді є платформа Telegram, яку, за останніми даними, щоденно використовують 86% осіб віком 16–35 років. Високий рівень розповсюдження Telegram серед студентів-першокурсників робить цю платформу перспективним інструментом для реалізації університетських маркетингових кампаній.

Проте сама популярність платформи ще не гарантує зручності у маркетингу. Через велику кількість Telegram-каналів із різною тематикою та вартістю, університети стикаються з труднощами при виборі оптимальних рекламних майданчиків. Це потребує значних ресурсів і часу, що знижує ефективність кампаній. Такі проблеми пов'язані з браком автоматизованих рішень, які могли б, як мінімум, допомогти організаціям з реалізацією маркетингу і, як максимум, повністю скоротити маркетингові витрати.

У роботі розглядається питання розробки інтелектуальної системи, яка дозволить автоматизувати процес аналізу каналів і рекомендувати найбільш релевантні з них для вступної кампанії. Запропонована система розробляється у вигляді багатомодульного застосунку з використанням мови Python, її бібліотек Pandas і Telethon. Збір даних здійснюється через Telegram API, а подальша обробка передбачає використання методів статистичного аналізу та ранжування каналів за аудиторією, активністю та релевантністю контенту. Оцінка останнього виконується за допомогою великої мовної моделі (LLM), яка дозволяє програмно аналізувати зміст каналу та визначати його відповідність цільовій аудиторії. Поєднання статистичних показників і LLM-аналізу дозволяє формувати точні рекомендації щодо вибору Telegram-каналів для університетських рекламних кампаній.

Інтелектуальна система створюється, в першу чергу, для технічних університетів, зокрема, система буде корисною для використання в Національному технічному університеті «Харківський політехнічний інститут», із метою кращого планування маркетингових кампаній, зменшуючи потребу в ручному пошуку та порівнянні цих каналів, тим самим сприяючи заощадженню коштів та збільшуючи охоплення цільової аудиторії. В результаті роботи очікується підвищення ефективності маркетингових кампаній університетів, що сприятиме їх конкурентоспроможності в умовах зростаючої конкуренції на ринку освітніх послуг.

=

ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ РОЗРОБКИ ANDROID-ЗАСТОСУНКУ ДЛЯ ДИПЛОМНИКІВ НТУ «ХПІ»

Губа Б.А., Двухглавов Д.Е.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сучасний освітній процес неможливо уявити без активного використання інформаційних технологій, які значно підвищують ефективність управління освітніми процесами. Особливо актуальним залишається питання організації та контролю ходу дипломного проєктування (ДП) студентів, яке є одним з ключових етапів завершення вищої освіти.

Як показує досвід, труднощі із своєчасним виконанням завдань ДП пов'язані із недостатньою взаємодією між студентом і керівником, відсутністю чіткої системи контролю за строками, та слабко вираженим розумінням структури проєктного процесу студентами. Тому для підвищення кількості завдань в рамках ДП, виконаних своєчасно, а також точності виконання завдань відповідно до їх змісту обгрунтовано доцільність розробки системи контролю проходження ДП. Частиною цієї системи є Android-застосунок, який забезпечить дипломнику можливість бачити задачі від керівництва кафедри відповідно до плану та особисто від керівника, терміни представлення результатів, формат подання результатів, а також отримувати нагадування про дедлайни, інформацію про те, кому і куди надсилати готові матеріали.

Розробка такого застосунку вимагає поєднання сучасних технологій, які забезпечують швидкість інтерфейсу, стійкість роботи за умов нестабільного зв'язку та безпеку обробки даних. У якості фундаменту обрано нативну платформу Android з використанням мови Kotlin та декларативного UI-фреймворку Jetpack Compose, що значно спрощує створення адаптивного й доступного інтерфейсу. Архітектурно застосунок слід побудувати за патерном MVVM: ViewModel відповідає за бізнес-логіку і взаємодію з репозиторіями даних, Repository інкапсулює джерела інформації, а DAO через бібліотеку Room реалізує кешування та локальне сховище.

Принцип «offline-first» є критично важливим у воєнних та кризових умовах, коли можуть траплятися відключення електроенергії та Інтернету. Для імплементації принципу «offline-first» слід використати паттерн проєктування «Proxy», тому всі операції з отримання та відправлення завдань спочатку будуть зберігатися в локальній черзі Room, а синхронізація з віддаленим сервером здійснюватися автоматично при відновленні зв'язку. Для обміну з бекендом буде використаний Retrofit, із вбудованим механізмом повторних спроб (retry) і обробкою конфліктів, що гарантуватиме цілісність даних під час трансферу між серверною частиною та мобільним застосунком.

Нагадування про дедлайни можуть бути реалізовані через WorkManager, застосування якого дозволяє планувати фонові завдання навіть після перезавантаження пристрою. Аутентифікація студентів може бути здійснена на основі університетських облікових записів із доменом @cs.khpi.edu.ua через Microsoft Identity Platform (OAuth 2.0), а збереження та оновлення токенів – у EncryptedSharedPreferences для максимального рівня безпеки.

ГІБРИДНІ МОДЕЛІ БІЗНЕС-АНАЛІЗУ ТА УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ В УПРАВЛІНСЬКОМУ СЕРЕДОВИЩІ ІТ-КОМПАНІЙ

Деретюк Ілля, Козуля Марія
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У динамічному середовищі цифрової економіки ІТ-компанії стикаються з численними викликами, зокрема високою конкуренцією, швидкими темпами технологічних змін, а також необхідністю адаптації до вимог замовників. Це зумовлює потребу у впровадженні нових управлінських підходів, здатних забезпечити підвищення економічної ефективності діяльності компаній. Одним з перспективних напрямів є розробка та впровадження гібридних моделей, що поєднують інструменти бізнес-аналізу та управління проектами.

Пропонується інформаційна технологія, яка базується на поєднанні класичних методів бізнес-аналізу (BPMN-моделювання, SWOT-аналіз, Value Stream Mapping, PESTEL) із сучасними підходами до управління проектами, зокрема Agile, Scrum, Lean, а також масштабованими фреймворками типу SAFe (Scaled Agile Framework). Такий підхід дозволяє формувати гнучке управлінське середовище, у якому стратегічне планування інтегрується з гнучким виконанням проектів.

Інформаційна технологія включає кілька функціональних компонентів: систему збору та аналізу даних, блок підтримки прийняття рішень, модуль стратегічного управління та засоби контролю ключових показників ефективності (KPI). Використання гібридної моделі сприяє оптимізації процесів управління проектами, покращенню комунікації між стейкхолдерами, зниженню витрат і ризиків, підвищенню якості кінцевого продукту.

Результати попередніх моделювань показали, що впровадження гібридної моделі дозволяє скоротити час реалізації проектів на 15–25%, збільшити продуктивність команд до 30% та зменшити кількість невідповідностей вимогам замовника [1-2]. Подальші дослідження будуть зосереджені на розробці програмного прототипу інформаційної технології, її тестуванні в умовах реального бізнес-середовища та оцінюванні впливу на фінансово-економічні показники ІТ-компаній.

Література:

1. Кравченко О., Лещенко О., Ковальчук С. Огляд сучасних гібридних підходів до бізнес-аналізу та управління ІТ-проєктами. // Бізнес-інформ. 2021. №5. С. 112–118

2. Жук І.М., Орлов Д.О. Інформаційна модель стратегічного управління ІТ-компанією на основі KPI. // Вісник економіки та інформаційних технологій. 2020. Т. 2(18). С. 47–55

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ДЕТЕКТУВАННЯ ПОРУШЕНЬ ПРАВИЛ ДОРОЖНЬОГО РУХУ НА ОСНОВІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Жуковська Є.В., Соболь М.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В роботі розглянуто питання автоматизованого детектування порушень правил дорожнього руху (ПДР) з використанням технологій штучного інтелекту (ШІ) та комп'ютерного зору. Досліджено сучасні підходи до розпізнавання порушень у реальному часі, проаналізовано переваги застосування глибокого навчання (YOLO, Transformer) [1] і алгоритмів трекінгу (DeepSORT) для підвищення точності та зменшення помилкових спрацьовувань.

Система передбачає детектування порушень ПДР (перевищення швидкості, проїзд на червоне світло, неправильне паркування) з точністю не менше 95% [2] у різних умовах (день, ніч, дощ, сніг); обробку відео потоку в реальному часі із затримкою не більше 2 секунд; автоматичну фіксацію порушень з можливістю запису відео/фото-доказів та генерації звітів [4]; адаптацію до нових видів порушень шляхом швидкого до навчання моделей ШІ; інтеграцію з базами даних для перевірки номерних знаків та ідентифікації авто; зручний інтерфейс для операторів з дашбордом подій у реальному часі та можливістю ручного підтвердження.

Запропоновано архітектуру програмної системи, що інтегрує модулі відео аналітики, хмарні сервіси та механізми онлайн-навчання для адаптації до нових видів порушень. Визначено ключові бізнес-вимоги: точність ≥95%, обробка відео з затримкою ≤2 сек, підтримка 1000+ камер, автоматична генерація доказів. Розроблена система базується на багаторівневій архітектурі, для реалізації відеоаналітики використано патерн Pipe & Filter з чергами RabbitMQ між фільтрами. Для виявлення об'єктів використано YOLO, класифікація порушень Transformer. Результати вказують на ефективність системи для зменшення аварійності та оптимізації роботи патрульних служб.

Література:

1 Dr. B .Hari Krishna. TRAFFIC RULES VIOLATION DETECTION SYSTEM BY USING DEEP LEARNING // Conference on Signal Processing and Integrated Networks (SPIN), 2018, pp. 154-158

2 S. Raj Anand, Naveen Kilari, D. Udaya Suriya Raj Kumar, Sai Nitisha Tadiboina. Traffic Signal Violation Detection using Artificial Intelligence and Deep Learning // International Journal of Advanced Research in Engineering and Technology (IJARET) Volume 12, Issue 2, February 2021, pp. 207-217

3 Jakub Spaˇnhel, Jakub Sochor. Detection of Traffic Violations of Road Users Based on Convolutional Neural Networks // 2018 14th Symposium on Neural Networks and Application (NEUREL) Belgrad, Serbia, November 20-21

4 A Alaydrus, W K Putra , Y Nugroho , Muhammad, and N Surantha. A review of traffic violation detection technology in reporting mechanism //International Conference on Biospheric Harmony Advanced Research 2020

МЕТОДИ ВАЛІДАЦІЇ СИНТЕТИЧНИХ ТАБЛИЧНИХ МЕДИЧНИХ ДАНИХ

Калінін Д. В., Северин В. П.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Синтетичні табличні медичні дані відіграють важливу роль у забезпеченні приватності пацієнтів, дозволяючи проводити дослідження без розкриття персональної інформації. Однак, ефективне використання таких даних потребує надійних методів валідації, які гарантують їхню відповідність реальним медичним показникам. Основною задачею валідації є оцінка того, наскільки синтетичні дані зберігають статистичні, структурні та кореляційні характеристики оригінальних наборів.

Для перевірки якості синтетичних табличних даних використовуються різні методи аналізу, які тісно пов'язані з такими аспектами, як статистична, структурна та прикладна відповідності. Так, статистична відповідність забезпечує порівняння розподілу значень, середніх показників та кореляцій між атрибутами, що дозволяє оцінити схожість синтетичних даних із реальними [1]. Структурна відповідність фокусується на збереженні логічних зв'язків між медичними параметрами, зокрема між діагнозами, результатами аналізів та призначеними терапіями, що особливо важливо для клінічних прогнозувальних моделей [2]. Прикладна відповідність визначає, чи можуть синтетичні дані ефективно використовуватися для тренування моделей машинного навчання та бути достатньо корисними у реальних аналітичних задачах [3].

Одним із ключових викликів при генерації синтетичних табличних даних є проблема перенавчання моделі, коли нейронні мережі починають відтворювати фрагменти оригінальних даних, що може призвести до ризику деанонімізації. Щоб запобігти цьому, використовуються моделі, які зберігають загальні статистичні властивості без прямого копіювання вихідних даних. Зокрема, варіаційні автокодувальники (VAEs) і генеративні змагальні мережі (GANs) демонструють ефективні результати у синтезі медичних табличних наборів, зберігаючи основні закономірності даних [2].

Література:

1. Apellániz P. A., Jimenez A., Galende B. A. at al. Synthetic Tabular Data Validation: A Divergence-Based Approach // IEEE Access. 2024. Vol. 12.

2. Chen J., Chun D., Patel M. at al. The validity of synthetic clinical data: a validation study of a leading synthetic data generator (Synthea) using clinical quality measures // BMC Medical Informatics and Decision Making. 2019. Vol. 19, no. 1.

3. Vallevik V. B., Babic A., Marshall S. E. at al. Can I trust my fake data –A comprehensive quality assessment framework for synthetic tabular data in healthcare // International Journal of Medical Informatics. 2024. Vol. 185, 105413.

ДОСЛІДЖЕННЯ АЛГОРИТМІВ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ ПРО ПРИЗНАЧЕННЯ: УГОРСЬКИЙ АЛГОРИТМ ТА МЕТОД АУКЦІОНУ

Кальницький Б.І., Мельников О.С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Розподіл агентів між задачами є поширеною проблемою в багатьох сферах діяльності людини. При незначному обсязі даних цю проблему можна розв'язати відносно легко, однак для складніших випадків застосування спеціальних алгоритмів стає необхідністю. Основна складність цієї задачі полягає у визначенні найбільш вигідного та ефективного розподілу. Прикладами таких задач є призначення кандидатів на вакансії, розподіл кур'єрів по адресах, передача запитів до серверів в комп'ютерних системах тощо. Отже, задача про призначення передбачає знаходження таких пар агентів та задач, сума характеристик яких є мінімальною або максимальною, в залежності від умов задачі. При цьому кожен виконавець може мати лише одне завдання, а кожне завдання може бути виконано лише одним виконавцем.

Одним із перших методів розв'язання задачі про призначення є угорський алгоритм, який був розроблений та опублікований у 1955 році Гарольдом Куном. Цей алгоритм базується на методі поступового покращення плану, також відомому як симплекс-метод. Він забезпечує знаходження оптимального розв'язку із поліноміальною складністю $O(n^3)$.

У 1979 році Дімітрій Бертсекас запропонував алгоритм аукціону як ще один підхід до розв'язання задачі про призначення. Метод реалізує ітераційний підхід, що імітує торги між агентами та задачами [1].

При порівнянні двох основних підходів розв'язання задачі про призначення можна помітити суттєві відмінності. Угорський алгоритм із кожною ітерацією покращує результат, тоді як метод аукціону може як покращувати результат, так і залишати його незмінним [2]. Ще однією важливою відмінністю є точність: угорський алгоритм гарантує оптимальний результат, тоді як алгоритм аукціону надає наближене рішення, що у багатьох випадках є прийнятним.

Варто також зауважити відмінність у швидкості роботи алгоритмів. У цьому аспекті перевага належить методу аукціону, який демонструє значно кращу продуктивність при обробці великих обсягів даних. Угорський алгоритм, натомість, виявляється надто повільним у таких умовах.

Отже, угорський алгоритм є незамінним у задачах, де точність розподілу є ключовою. Водночас метод аукціону доцільно застосовувати для задач з великими обсягами даних, де він забезпечує високу швидкість та ефективність.

Література:

1. Bertsekas, D. P. (1989). The auction algorithm for assignment and other network flow problems. URL: https://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/3154/p-1908-20783037.pdf. (дата звернення: 14.04.2025)

2. Harold W. Kuhn, «The Hungarian Method for the assignment problem», Naval Research Logistics Quarterly, 2: 83–97, 1955. Kuhn's original publication.

КРИТЕРІЇ ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

Карпенко В.В., Медвідь Р.І., Щербатов О.Б., Скорін М.А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Останнім часом основним трендом у розробці інформаційних систем є широке використання систем штучного інтелекту. Показово, що штучний інтелект використовують як для досить тривіальних задач, типу введення несистематизованих даних, так і для вирішення дуже важливих задач прийняття управлінських рішень. Великою перевагою систем штучного інтелекту є наявність значної кількості готових до використання моделей. Але досить часто забувають що деякі особливості застосування штучного інтелекту можуть створювати нові задачі для розробників інформаційних систем, і особливо систем прийняття рішень. До виникаючих проблем в першу чергу можна віднести наявність прозорого пояснення отриманих від системи рішень, бо як відомо системи штучного інтелекту мають обмежені можливості у цьому питанні [1]. Другою проблемою є можливість модифікації або гнучкого налаштування різних параметрів моделей, у традиційних систем це вирішується досить легко, а у системах зі штучним інтелектом виникає задача додаткового навчання і перевірки його результатів. І набагато рідше зустрічається проблема навчання інтелектуальних систем на недостовірних даних. У традиційних системах як правило реалізують досить строгий контроль даних, а системи штучного інтелекту можуть працювати з великими обсягами даних, частина яких може бути недостатньо структурованою або з помилками. Звичайно це є їх перевагою, але необхідно з'ясовувати чи буде це впливати на точність та якість отриманих від системи результатів.

Таким чином під час створення інформаційних систем або систем прийняття управлінських рішень можна запропонувати враховувати доцільність використання елементів штучного інтелекту не тільки від їх, безумовно дуже потужних можливостей, але й від вимог до пояснень отриманих рішень; вимог до можливості налаштувань та модифікації параметрів системи, та деяких інших вимог.

Дані критерії були використані під час розробки невеликих інформаційних систем економічного спрямування в рамках дипломного проектування. Було виявлено що використання елементів штучного інтелекту може пришвидшити розробку, але не дозволяє задовольнити деякі конкретні вимоги замовника, тому було прийняте рішення про розробку звичайних інформаційних систем.

Література:

1 Willie A. Explainability and Transparency in Autonomous Decision-Making Systems. ResearchGate. November 2024. URL: https://www.researchgate.net/publication/387381575_Explainability_and_Transparency_in_Autonomous_Decision-Making_Systems (date of access 16.04.2025)

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ВИБУДОВУВАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ТРАЄКТОРІЙ ТРЕНІНГУ СПІВРОБІТНИКІВ КОМПАНІЇ

Космачов О.С., Смолін П.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Одним із ефективних інструментів формування навичок, що дозволяють розробникам програмних продуктів успішно вирішувати поставлені завдання, є надання можливості для співробітника самостійно приймати рішення у формуванні своєї траєкторії корпоративного тренінгу.

Останнім часом інтелектуальний аналіз освітніх даних (Educational Data Mining, EDM) все активніше застосовується в інформаційних середовищах і впроваджується як нові сервіси для покращення освітнього процесу [1].

Основний вплив на траєкторії тренінгів співробітників мають курси за вибором, коли кожен може віддати перевагу тренінгам, що його цікавлять, і тим самим скоригувати свою траєкторію навчання. Основна складність для співробітника полягає у великій кількості курсів вільного вибору та відсутності можливості розглянути склад тренінгу детально.

Для побудови траєкторії навчання був реалізований підхід на основі рекомендаційної системи, де співробітнику підбираються відповідні курси виходячи з його параметрів. На основі параметрів будується цифровий профіль співробітника, який містить персональні дані, структурний підрозділ, його KPI, а також деякі похідні параметри.

Під час роботи співробітник виставляє дисциплінам, що його зацікавили, пріоритет від 1 до 5, де 1 – найвищий пріоритет. Завдання рекомендаційної системи зводиться до визначення курсів, яким співробітник поставить найвищий пріоритет. Побудова рекомендацій щодо тренінгів реалізується на основі підходу колаборативної фільтрації [2]. Така фільтрація спрямована на пошук схожих цифрових профілів співробітників, що дозволить говорити про схожість їхніх інтересів. Для пошуку співробітників зі схожими інтересами та виділення їх у групи використовується метод сингулярного розкладання матриць (SVD) [3].

Література:

1. Xu Y, Zhang M, Gao Z. The construction of distance education personalized learning platform based on educational data mining. ATCI 2019. Advances in Intelligent Systems and Computing. International Conference on Applications and Techniques in Cyber Intelligence. 2019;1017:1076–1085. https://doi.org/10.1007/978-3-030-25128-4_134

2. Guseva AI, Kireev VS, Bochkarev PV, Kuznetsov IA, Philippov SA. Scientific and educational recommender systems. Information Technologies in Education of the XXI Century (ITE-XXI), AIP Conf. Proc. 2017;1797(1). https://doi.org/10.1063/1.4972422

3. Mehta R, Rana K. An empirical analysis on SVD based recommendation techniques. Innovations in Power and Advanced Computing Technologies (i-PACT). 2017:1–7.

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ШІ ДЛЯ ОЦІНКИ ЯКОСТІ КУРСІВ КОРПОРАТИВНОГО ТРЕНІНГУ

Космачов О.С., Смолін П.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Важливим питанням при виборі тієї чи іншої форми корпоративного тренінгу співробітника компанії стає аналіз ефективності навчання. Можна виділити наступні найбільш поширені моделі оцінки ефективності корпоративного навчання: цільовий підхід Тайлера, модель Скрівенса, модель Стафлебіма CIPP, схема CIRO, підхід Губа, модель V Брюса Аарона, модель Кіркпатріка і Філліпса, Efficacy of learning компанії Pearson та інші [1].

Для аналізу навчальних процесів і подальшої HR-аналітики будуть використовуватися кількісні, якісні, а також економічні метрики.

Основним методом збору даних є опитування тих, хто навчається. Крім того, в якості вихідних даних також використовується інформація, отримана з електронної системи навчання: статистика проходження курсу та коментарі користувача.

Для обробки коментарів з електронної системи навчання, з корпоративного месенджера, соціальних мереж і робочої пошти застосовувалися методи текстового аналізу. З метою попередньої обробки текстової інформації використовувався метод векторизації даних TF-IDF.

На наступному етапі для безпосередньої кластеризації коментарів/повідомлень і групування за загальним змістом (тематичного моделювання) використовувалася класична модель LDA [2].

Для первинної візуалізації аналізу коментарів використовувалися хмари слів (WordCloud) [3], які були складені для кожної групи коментарів: позитивних, нейтральних, негативних коментарів, що стосуються гейміфікації.

На наступному етапі обробки даних опитування був проведений кореляційний аналіз коментарів щодо гейміфікації запропонованих курсів.

Для визначення тональності коментарів слухачів вирішувалася задача бінарної класифікації – розділення коментарів на два класи: позитивні та негативні коментарі. У ході проведеного комп'ютерного експерименту найкращу точність класифікації показав метод k-найближчих сусідів (k Nearest Neighbors, KNN).

Література:

1.Joo, Y. J., Lim, K. Y., & Kim, E. K.. Online university students' satisfaction and persistence: Examining perceived level of presence, usefulness and ease of use as predictors in a structural model. Computers & Education, 57(2), 1654-1664. Doi:10.1016/j.compedu.2011.02.008.

2.Blei DM, Ng AY, and Jordan MI Latent dirichlet allocation J. Mach. Learn. Res. 2003 3 Jan 993-1022.

3.Shin, D. 2023, October. Word Cloud Techniques for Data Analysis. In 1st International Conference on Smart Mobility and Vehicle Electrification.

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО РІШЕННЯ З ПЕРСОНАЛІЗОВАНИМИ РЕКОМЕНДАЦІЯМИ КОСМЕТИЧНИХ ЗАСОБІВ НА ОСНОВІ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ КОРИСТУВАЧА

Кухаренко Д. В., Гринченко М. А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасному світі інтернет-торгівля набуває все більшого значення, оскільки забезпечує зручність та доступність товарів. Поширення онлайн-продажів диктує необхідність створення зручного та функціонального інтерфейсу, який забезпечує комфортну взаємодію користувачів із системою. Разом із розвитком технологій зростають вимоги до персоналізації сервісів. Споживачі прагнуть не тільки замовляти продукти, але й отримувати індивідуальний підхід до кожного замовлення. Задоволення цих вимог стало основою ідеї створення інтернет-магазину, що поєднує зручність перегляду товарів з персоналізованими рекомендаціями. У роботі проаналізовано українські та міжнародні аналоги, визначено їхні сильні та слабкі сторони. У результаті цього аналізу за орієнтир взято поєднання найкращих рішень для створення програмного продукту для магазину косметики.

Метою даного проєкту є розробка програмного рішення із персоналізованими рекомендаціями на основі введених користувачем даних. Проєкт передбачає створення програмного продукту, за допомогою якого користувачі можуть не тільки здійснювати замовлення, але можуть заповнювати анкету для отримання індивідуальних рекомендацій. На основі таких даних (тип шкіри, алергії, вподобання) система пропонує найвідповідніші варіанти товарів, що задовольняють потреби користувача. Персоналізація спрощує вибір косметики, роблячи його більш ефективним і приємним.

Особлива увага у проєкті приділяється UX/UI-дизайну, оскільки зручність користування сайтом є ключовим фактором для інтернет-магазину. Інтерфейс має бути мінімалістичним, естетичним та сучасним, що дозволяє користувачу легко орієнтуватися без перевантаження інформацією. При розробці дизайну використовуються 3D-елементи, які надають сучасного вигляду, інтерактивності та підвищують привабливість. Завдяки адаптивному дизайну програмний продукт можна використовувати на різних пристроях – від комп'ютерів до мобільних телефонів, зберігаючи високу функціональність і візуальну привабливість на будь-якому екрані. Для забезпечення ефективної роботи магазину в проєкті створено базу даних, що зберігає інформацію про асортимент товарів і забезпечує зручне управління даними про замовлення.

У процесі роботи реалізовано базову логіку рекомендацій, яку в майбутньому можна масштабувати шляхом інтеграції більш складних алгоритмів на основі машинного навчання. Результатом цього проєкту є функціональний прототип інтернет-магазину, що поєднує стандартні можливості з персоналізованими рекомендаціями.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ГЕНЕРАТИВНОГО ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ НА РОЗВИТОК СТРАХОВОЇ ГАЛУЗІ

Лобач О.В., Будюков Є.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Страхова індустрія трансформується під впливом генеративного штучного інтелекту (ШІ), який відкриває нові можливості для автоматизації, персоналізації та оптимізації, але і породжує низку викликів. У цій роботі проаналізовано основні виклики й можливості впровадження ШІ у страхову галузь [1].

Серед головних викликів – невідповідність страхових продуктів індивідуальним потребам клієнтів. Застосування ШІ, включаючи NLP, емоційний аналіз і прогностичні моделі, дозволяє краще зрозуміти очікування споживачів і персоналізувати пропозиції, підвищуючи їхню відповідність і задоволеність [2].

Інша значуща проблема – застарілі технології. Генеративний ШІ здатен сприяти оновленню IT-інфраструктури, зокрема через автоматизацію програмування, гібридні підходи до модернізації систем і використання рішень з відкритим кодом, що полегшує інтеграцію нових технологій.

Також актуальною проблемою є ізольованість даних. Її можна подолати шляхом створення федеративних фреймворків, які забезпечують обмін даними між різними підрозділами, сприяючи розробці точніших моделей ШІ для аналітики, ціноутворення, управління збитками та маркетингу.

Галузь стикається з посиленим конкурентним тиском, де швидке впровадження ШІ надає значні переваги. Децентралізація інновацій забезпечує більшу гнучкість і пришвидшує вихід на ринок. Дослідження свідчать, що такий підхід підвищує рівень задоволеності клієнтів і ефективність роботи [1].

Не менш важливою є етична складова. Моделі мають бути зрозумілими, контрольованими та відповідати стандартам конфіденційності. Архітектурні рішення мають враховувати управління даними та мінімізувати ризики зловживань.

Останнім критичним аспектом є перебудова операційних моделей. Створення управлінських фреймворків, які поєднують підтримку з боку IT-фахівців і автономність підрозділів, а також інвестиції у навчання персоналу – ключ до успішної інтеграції ШІ.

Таким чином, генеративний ШІ відкриває стратегічні можливості для страхового ринку. Водночас ефективне впровадження потребує комплексного підходу до цих викликів.

Література:

1 *Generative AI in the insurance industry*. (n.d.). IBM. https://www.ibm.com/thought-leadership/institute-business-value/en-us/report/insurance-generative-ai

2 Hossain, M. S., & Rahman, M. F. (2022). Customer Sentiment Analysis and Prediction of Insurance Products' Reviews Using Machine Learning Approaches. *FIIB Business Review*, *12*(4), 386–402. https://doi.org/10.1177/23197145221115793

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ КЕРУВАННЯ ТА ДИСТАНЦІЙНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄКТІВ

Любарський С.М., Кондратов О.М., Северин В.П., Нікуліна О.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сучасні інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень (ІСППР) дедалі активніше інтегрують методи комп'ютерного зору для забезпечення точного та оперативного аналізу даних, що надходять у режимі реального часу. Одним з найперспективніших напрямків є дистанційна ідентифікація параметрів динамічних об'єктів (ДІПДО), яка відіграє ключову роль в автоматизованих системах керування, зокрема в автономному транспорті, системах безпеки та моніторингу.

Наукове підґрунтя. Початкові спроби автоматизованого виявлення об'єктів базувалися на класичних методах обробки зображень і працювали виключно в контрольованих умовах. З розвитком нейронних мереж, зокрема згорткових та трансформерних архітектур, з'явилась можливість розпізнавати та аналізувати об'єкти в складних, непередбачуваних середовищах [1].

Модель поєднує моделі тривимірної сегментації, локалізації та відновлення, що забезпечує більш глибоке розуміння сцени порівняно з традиційними 2D-методами. Вона дозволяє створювати повноцінну 3D-сцену, що особливо важливо для автономних систем, робототехніки, відеоспостереження та цифрового дублювання реальності.

Мета дослідження. Оцінити точність і швидкість ідентифікації об'єктів. Вивчити адаптивність моделей до змін у траєкторіях руху та динаміці сцени. Проаналізувати ресурсомісткість алгоритмів у реальному часі в контексті інтеграції до ІСППР.

Практична значущість. Інтеграція методів виявлення та відстеження в ІСППР дозволяє:

Реалізовувати адаптивне керування в реальному часі. Отримувати кількісні характеристики об'єктів (позиція, швидкість, напрямок руху). Забезпечувати надійність і масштабованість систем в умовах високої динаміки даних.

Результати дослідження та висновки. ІСППР дозволяє не лише виявляти об'єкти у відеопотоці в реальному часі, а й адаптувати процеси керування на основі отриманих параметрів. Це сприяє підвищенню ефективності рішень у таких галузях, як автономні системи, робототехніка, інтелектуальні транспортні системи та відеоаналітика. Це дозволяє створювати високоточні тривимірні цифрові уявлення реального світу та підтримувати прийняття рішень в інтелектуальних керуючих системах.

Література:

1. *Нікуліна, О. М. Северин, В. П. Кондратов, О. М. Рекова, Н. Ю.* Аналіз інформаційних технологій для дистанційної ідентифікації динамічних об'єктів / *О. М. Нікуліна, В. П. Северин, О.М. Кондратов, Н.Ю. Рекова* // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Системний аналіз, управління та інформаційні технології. – 2023. – №1(9) – С. 110–115.

ДОСЛІДЖЕННЯ І РОЗРОБКА ПРОГРАМНИХ КОМПОНЕНТІВ СИСТЕМИ НАЛАШТУВАННЯ РАДІОТЕЛЕСКОПА

Миргород В.І., Нікуліна О.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасній радіоастрономії точне налаштування параметрів радіотелескопа є надзвичайно важливим для ефективного прийому та аналізу слабких космічних сигналів. Враховуючи складність та чутливість таких систем, виникає потреба у створенні програмних компонентів, які б забезпечували автоматизоване моделювання, візуалізацію та адаптивне налаштування антенних елементів. Саме дослідження і розробка таких компонентів є предметом даної роботи.

Програмна система складається з двох ключових модулів. Перший компонент виконує моделювання антени за допомогою NEC2 (Numerical Electromagnetics Code) – програмного середовища, що дозволяє створити математичну модель антени, задавши її геометрію, електричні параметри, конфігурацію джерел сигналу, частотні характеристики тощо. NEC2 моделює поведінку антени в заданих умовах та генерує набір вихідних файлів із результатами обчислень. Ці файли містять дані про напруги, струми, імпеданс, діаграми направленості, коефіцієнти підсилення та інші важливі параметри, що дозволяють оцінити ефективність обраної конфігурації ще до її фізичної реалізації.

Другий програмний модуль призначений для візуалізації та аналізу отриманих результатів. Він не лише обробляє вихідні дані з NEC2, а й здатний працювати з реальними даними, що надходять від зовнішніх вимірювальних пристроїв. Одним із таких джерел є спеціалізований прилад ОГЛЯД, який виконує аналогічні вимірювання, але вже в реальних умовах з фізичної антени. Це дозволяє візуалізувати одночасно як моделювання з NEC2, так і експериментальні результати, порівнювати їх між собою, виявляти розбіжності, оцінювати точність моделей та вносити необхідні корективи в параметри антени чи процес налаштування. Окрім того, система підтримує обробку даних з різних типів приладів, які можуть видавати різні величини або формат даних. Усі ці джерела можуть бути виведені на одному графіку, що значно підвищує зручність аналізу та дозволяє проводити комплексні дослідження.

Таким чином, запропонована система програмних компонентів значно розширює можливості дослідника, дозволяє провести повноцінну підготовку до експерименту ще на етапі програмного моделювання, що значно знижує витрати ресурсів та часу у порівнянні з фізичним тестуванням. Крім того, гнучка візуалізація результатів сприяє поглибленому дослідженні особливостей роботи антени в різних умовах.

РОЗРОБКА ТА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ ВІДЕО-ІНТЕРВ'Ю ДЛЯ АСИНХРОННОГО РЕКРУТИНГУ

Мойсеєв В.Ю., Лисенко А.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Відео як інструмент у відборі кандидатів сьогодні набуває нового значення. Якщо раніше воно слугувало лише додатковим форматом комунікації, то нині стало джерелом технічної, візуальної та особистісної інформації. У межах створення системи асинхронного відео-інтерв'ю, що є предметом даної роботи, особливу увагу було приділено питанням кібербезпеки та конфіденційності. Запропонована система реалізує комплексну модель захисту: усі персональні дані та відео зашифровані за допомогою AES-256 у режимі GCM, що гарантує конфіденційність і цілісність. Передача даних здійснюється виключно через TLS 1.3 із верифікацією сертифікатів, що усуває ризик атак типу „людина посередині". Доступ регулюється за допомогою RBAC та двофакторної автентифікації (2FA) для співробітників, які працюють із чутливими даними. Упроваджено систему журналювання та моніторингу активності в реальному часі. Усі заходи відповідають вимогам GDPR та ISO 27001.

Окремим аспектом є можливість повного логічного видалення інформації користувача за запитом – шляхом знищення ключів шифрування, що унеможливлює доступ до даних навіть у разі збереження їх на SSD із wear leveling або TRIM.

Прозорість аналізу – ключовий елемент системи. Опитування (понад 80 респондентів) показало: довіра до автоматизованих оцінок прямо залежить від розуміння принципів їх роботи. Попри те, що нейронні мережі – „чорні скриньки", у системі застосовано explainable AI – зокрема метод SHAP, що демонструє користувачу, які ознаки поведінки чи реакції вплинули на оцінку. Це знижує непрозорість і підвищує прийнятність.

Особливу увагу приділено технологічній неупередженості. Для навчання моделей емоційного аналізу використано відкриті набори: FER-2013 для міміки та RAVDESS для голосу. Проведено внутрішній аудит з урахуванням віку, статі та етнічної належності. У разі виявлення упередженості система адаптує ваги або активує нейтральний профіль, що зменшує ризик дискримінації та забезпечує справедливість. Практичне тестування в компаніях показало зниження середнього часу оцінки кандидата на 37% і зменшення суб'єктивних розбіжностей між рекрутерами. Завдяки автоматичним звітам ухвалення рішень стало простішим – без потреби повторного перегляду матеріалів.

У підсумку, система поєднує сучасні технічні рішення з етичними принципами: вона гнучка, прозора та адаптована до потреб як рекрутерів, так і кандидатів. Такий підхід формує основу для розвитку систем відеоаналізу не лише в HR, а й у суміжних сферах.

АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ ПІДГОТОВКИ JAVA-РОЗРОБНИКА ІТ-КОМПАНІЇ

Пашнєв А.А., Самойлов Д.А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Для підготовки Java-розробника ІТ-компанії застосовують поетапний підхід, у якому поточний рівень навичок кандидата визначається відповідним етапом навчання. Загалом підготовка Java-розробника складається з чотирьох етапів навчання та етапу адаптації (рис. 1).

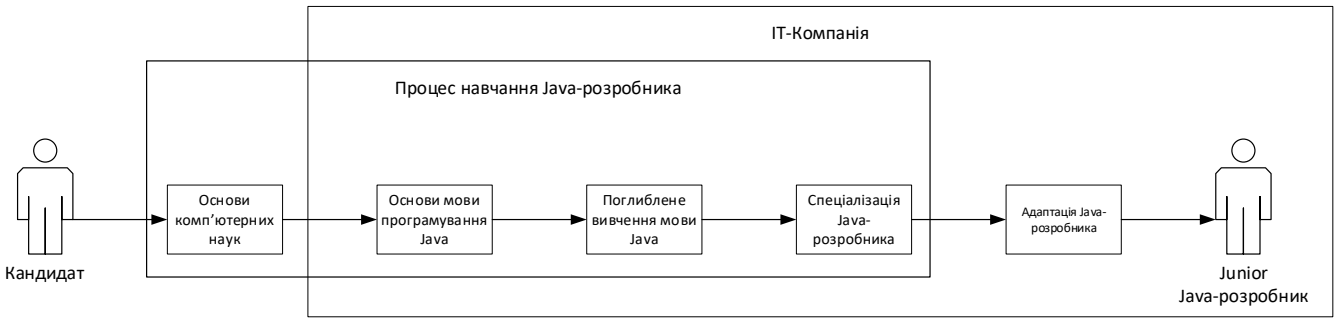


Рисунок 1 – Етапи підготовки Java-розробника

Перед початком другого та наступних етапів навчання, кандидат проходить попереднє вхідне тестування. В разі успішного проходження вхідного тестування, кандидату надається доступ до навчальних матеріалів нового етапу навчання. У процесі підготовки кандидат вивчає теоретичні матеріали, виконує тестові та практичні завдання. Етапи розділені на модулі, які в свою чергу діляться на теми. Наприкінці вивчення кожної теми, або модуля відбувається відповідне тематичне, або модульне тестування.

Після вивчення всіх модулів по завершення другого етапу навчання кандидат проходить вихідне тестування. На третьому етапі навчання розробляється та захищається індивідуальний проєкт з чітко визначеними вимогами, після чого проводиться вихідне тестування та технічне інтерв'ю. На четвертому етапі кандидати розробляють колективні не комерційні проєкти, де отримують навички роботи в командах. Вимоги до проєктів можуть стосуватися функціоналу, якості і стилю кодування та уточнюватись відповідно до внутрішніх правил ІТ-компанії.

На етапі адаптації Java-розробника відбувається додаткова підготовка кандидата до вимог та особливостей роботи в майбутньому проєкті під керівництвом досвідчених Java-розробників ІТ-компанії.

Основним недоліком поетапного підходу можна зазначити низьку адаптивність, що не дозволяє формувати індивідуальну траєкторію навчання майбутнього Java-розробника ІТ-компанії та потребує обов'язкове опрацювання всіх поточних практичних завдань для кожної теми та модуля, що вивчається, не враховуючи попередній рівень підготовки кандидата.

АВТОМАТИЗОВАНА ПЕРЕВІРКА КОРЕКТНОСТІ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ТАБЛИЦЬ ТА РИСУНКІВ У ТЕКСТОВИХ ДОКУМЕНТАХ НТУ "ХПІ"

Петінова К. Ю., Двухглавов Д.Е.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сектор освіти підлягає високому ступеню регулювання щодо документації. Очевидно, що до документів, які мають чіткі стандарти, належать звіти з лабораторних робіт, реферати та пояснювальні записки до курсових і дипломних проектів. Вкрай важливо, щоб усі документи відповідали встановленим вимогам до форматування, які регулюють такі елементи, як шрифт, інтервали, поля, структура, нумерація розділів, таблиць і рисунків. Наразі документи перевіряються на відповідність цим вимогам переважно вручну викладачами або науковими керівниками. Такий підхід забирає багато часу, особливо в період масового подання робіт наприкінці семестру.

Академічне навантаження на викладачів зростає через три основні чинники. По-перше, зростає кількість студентів, що призводить до збільшення обсягу навчальної роботи. По-друге, величезний обсяг письмових робіт, зокрема дипломних і курсових, також сприяє збільшенню навантаження. По-третє, студенти постійно не вкладаються у встановлені терміни виконання цих завдань. Це явище сприяє загостренню стресу як для викладачів, так і для студентів. Одним із можливих варіантів вирішення цієї проблеми є розробка автоматизованої системи перевірки документів на відповідність встановленим стандартам. Впровадження такої системи потенційно може зменшити навантаження на персонал, пришвидшити процес перевірки та надати студентам зворотній зв'язок щодо правильності їхніх робіт ще до остаточної здачі. У рамках вищезгаданої системи особливу увагу слід звернути на правильність оформлення таблиць і рисунків. Ці елементи часто містять помилки, включаючи, але не обмежуючись наступними: відсутність або неправильне розміщення підписів, відхилення від встановлених стандартів нумерації, помилки форматування, неправильні відступи або порушення структурної цілісності.

З метою усунення таких проблем пропонується розробити набір алгоритмів, здатних автоматично перевіряти відповідність таблиць і рисунків вимогам, визначеним чинними нормативними документами. На основі цих алгоритмів буде реалізовано сервіс, яка здійснюватиме аналіз завантаженого документа та формуватиме список знайдених порушень. Результатом роботи сервісу буде звіт, що містить перелік помилок у поданій студентом пояснювальній записці. Для реалізації сервісу пропонується застосувати бібліотеку Apache POI, яка працює із документами у форматі docx та doc.

Такий підхід дає можливість студентам одразу звернути увагу та виправити будь-які недоліки у своїй роботі, тим самим забезпечивши подання повністю відповідного вимогам документа. У свою чергу, викладачі мають змогу спрямувати свій час та зусилля на ретельну перевірку змісту роботи. Впровадження такої системи є особливо актуальним в умовах скороченого навчального семестру та дистанційного навчання.

ВИКОРИСТАННЯ БАЗ ДАНИХ ТА CSV-ФАЙЛІВ ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ ДАНИХ

Пивовар Г.М., Коваленко С.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сьогодні обсяги даних стрімко зростають, тому ефективне зберігання та управління даними є критично важливим для різних організацій, наукових установ тощо. Для рішення подібних задач на допомогу приходять саме бази даних (БД) та CSV-файли, які забезпечують структуроване зберігання, легкий доступ та можливість обробки даних. Кожен із цих інструментів має свої переваги, що робить їх незамінними у різних сценаріях використання.

Бази даних бувають реляційного типу (SQL) та нереляційного (NoSQL). До першого відносять відомі MySQL, PostgreSQL, SQLite, Oracle, а до другого – MongoDB, DynamoDB, Redis, Cassandra тощо. Вони є основою для зберігання великих обсягів даних у структурованому вигляді, забезпечують ефективне виконання запитів, підтримку цілісності, масштабованості даних і високий рівень безпеки. Реляційні БД зберігають дані у вигляді таблиць, пов'язаних між собою за допомогою ключів, що дозволяє логічно організовувати дані та зменшити їх надлишковість. Натомість нереляційні бази даних добре підходять для зберігання неструктурованої або напівструктурованої інформації, до яких можна віднести документи чи JSON-файли. Важливою перевагою баз даних є підтримка транзакцій, які забезпечують надійність усіх операцій, а також можливість паралельної роботи багатьох користувачів, що особливо актуально для вебзастосунків, корпоративних систем, сфер електронної комерції тощо.

CSV-файл (Comma-Separated Values) є простим і універсальним форматом для зберігання табличних даних, який не потребує спеціалізованого програмного забезпечення для доступу до даних, на відміну від баз даних (де потрібне спеціалізоване СУБД), тобто його можна відкривати та редагувати в будь-якому текстовому редакторі. Також підтримується усіма популярними мовами програмування. Завдяки відкритому формату та простоті структури, ці файли ідеально підходять для зберігання відносно невеликих наборів даних, передачі між системами. Зокрема, у наукових дослідженнях CSV-файли часто використовуються для фіксації експериментальних результатів, оскільки цей формат легко інтегрується в інструменти для статистичного аналізу.

Хоча обидва інструменти мають значні переваги, вони не позбавлені й деяких обмежень. Наприклад, БД можуть вимагати складного налаштування та суттєвих ресурсів для масштабування, особливо в умовах великого навантаження. Натомість CSV-файли менш ефективні при роботі з великими масивами даних, та не ефективні в ситуаціях, що потребують складних зв'язків між елементами. Але їхнє сумісне використання часто є найкращим рішенням, наприклад, CSV-файли зручно використовувати для імпорту та експорту інформації між БД, що забезпечує гарну гнучкість і зручність у передачі даних.

Отже, БД і CSV-файли ефективно доповнюють одне одного, забезпечуючи ефективне зберігання, обробку та обмін даними.

МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ УПРАВЛЯЮЧИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДИСТАНЦІЙНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄКТІВ

Попазов Д.К., Кондратов О.М., Северин В.П., Нікуліна О.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків, Україна

Дистанційна ідентифікація динамічних параметрів об'єктів є ключовою задачею для сучасних інформаційних управляючих систем, особливо в таких галузях, як аерокосмічна техніка, робототехніка та автоматизація. Її мета отримання точних оцінок параметрів, що визначають рух та поведінку об'єктів, з використанням непрямих засобів спостереження, без фізичного контакту.

У доповіді розглядаються підходи до моделювання інформаційних систем, які реалізують дистанційну ідентифікацію динамічних характеристик, таких як маса, центр мас і момент інерції. Основна увага приділена використанню методів обчислювального інтелекту, зокрема нейронних мереж та методів машинного навчання, для обробки даних з різнорідних джерел акселерометрів, гіроскопів, відеозаписів, камер та інших сенсорів.

Особливу увагу приділено проблематиці побудови ефективних моделей згорткових нейронних мереж, здатних оцінювати параметри на основі відеоданих та зображень. Наголошено на необхідності створення репрезентативних навчальних вибірок, що охоплюють усі можливі стани об'єкта.

Методи штучного інтелекту, зокрема нейронні мережі, методи опорних векторів, згорткові архітектури та підкріплювальне навчання, дозволяють ефективно обробляти великі обсяги сенсорних даних (відео, зображення, гіроскопи, акселерометри тощо) для оцінки ключових параметрів об'єкта: маси, центру мас, моменту інерції. Застосування високоточних алгоритмів, таких як HunyuanVideo, emg2pose, FlowNet, YOLOv11 та ін., забезпечує автоматичне витягнення просторово-часової інформації про об'єкт, що дозволяє проводити ідентифікацію без необхідності фізичного контакту чи складних вимірювань [1].

Отримані результати демонструють, що застосування обчислювального інтелекту в задачах дистанційної ідентифікації має значний потенціал та сприяє розвитку ефективних інформаційних систем нового покоління, що здатні працювати в умовах невизначеності, складності та змінності зовнішнього середовища.

Література:

1. *Кондратов, О. М. Попазов, Д. К. Любарський, С. М. Северин, В. П. Нікуліна, О. М.* Аналіз методів обчислювального інтелекту для моделювання, ідентифікації, оптимізації систем та підтримки прийняття рішень / *О. М. Кондратов, Д. К. Попазов, С. М. Любарський, В. П. Северин, О. М. Нікуліна* // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами. – 2024. – №2(9) – С. 35–44.

ОНТОЛОГІЧНА МОДЕЛЬ УПРАВЛІННЯ ЗНАННЯМИ ПРОЕКТУ

Роботько Д. О.
«Вінницький національний технічний університет»,
м. Вінниця, Україна

У сучасному проєктному управлінні знання відіграють важливу роль[1], оскільки визначають здатність команди ефективно реагувати на виклики, адаптуватися до змін і забезпечувати сталий розвиток організації. Особливої актуальності набуває впровадження онтологічних моделей, які дозволяють не лише формалізувати знання, але й інтегрувати їх у процеси управління проєктом на всіх його етапах.

Процес формування знань в онтологічній моделі починається з виявлення релевантної інформації, яка походить як із внутрішніх джерел (проєктна документація, комунікації, результати виконаних завдань), так і ззовні (експертні оцінки, наукові публікації, аналітичні звіти). Далі відбувається перетворення цієї інформації на структуроване знання за допомогою методів формалізації, зокрема через опис сутностей, їхніх атрибутів та семантичних зв'язків. У цьому контексті онтологія виконує роль мета-моделі, яка дозволяє уніфікувати уявлення про ключові елементи проєкту – такі як цілі, ролі, ресурси, артефакти, ризики, – та забезпечити їхню взаємодію в єдиному семантичному просторі.

Подальше використання знань здійснюється через вбудовані механізми аналізу й інтерпретації онтологічної структури. Це дозволяє забезпечити ефективний пошук у великому обсязі інформації, підтримувати прийняття управлінських рішень, виявляти приховані залежності між подіями чи об'єктами, а також передавати знання між учасниками проєкту без втрати контексту. Крім того, завдяки модульній природі онтологій стає можливим повторне використання вже напрацьованих знань у нових проєктах, що значно скорочує час на аналіз і планування. Інтеграція онтології зі сторонніми інструментами, такими як системи управління проєктами (наприклад, Jira або Confluence), створює умови для автоматизованого аналізу знань та їх актуалізації в реальному часі.

У результаті впровадження онтологічної моделі досягається зменшення фрагментації знань, знижується ймовірність дублювання інформації, покращується командна взаємодія та забезпечується накопичення корпоративного досвіду. Отже, онтологічні підходи є перспективним напрямом для побудови інтелектуальних систем управління знаннями, з потенціалом адаптації до специфіки галузей і масштабів проєктної діяльності.

Література:

1. Роботько Д. О. Основні функції управління знаннями підприємства // Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2024) : матеріали Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф., Вінниця, 11–20 трав. 2024 р. – Вінниця: ВНТУ, 2024.

КЛАСИФІКАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ АВТОМАТИЗОВАНОГО РОЗГОРТАННЯ ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ

Слєпушков М.В., Пашнєв А.А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сучасні програмні системи (ПС) потребують застосування ефективних інформаційних технологій розгортання (ІТР), що забезпечують мінімальні простої, безпеку та швидкий відкат у разі збоїв. З метою їх упорядкування та проведення подальшого аналізу, здійснена класифікація ІТР ПС за такими ключовими характеристиками, як: ризик для виробничого середовища та оновлення версії ПС (рис. 1).

Безпечними вважаються ІТР Canary Deployment, Shadow Deployment, A/B Testing Deployment, оскільки вони тестують зміни на обмеженій аудиторії або в паралельному середовищі, без впливу на основну ПС. Застосування ІТР Blue-Green Deployment забезпечує швидкий відкат на попередню версію, тож вона теж є безпечною. ІТР Rolling Deployment має середній ризик, оскільки допускає часткові збої під час оновлення, а Feature Toggles створює ризик збоїв при неправильній конфігурації. ІТР Big Bang Deployment є найбільш ризикованою, бо всі зміни впроваджуються без можливості контролю над процесом чи відкату.

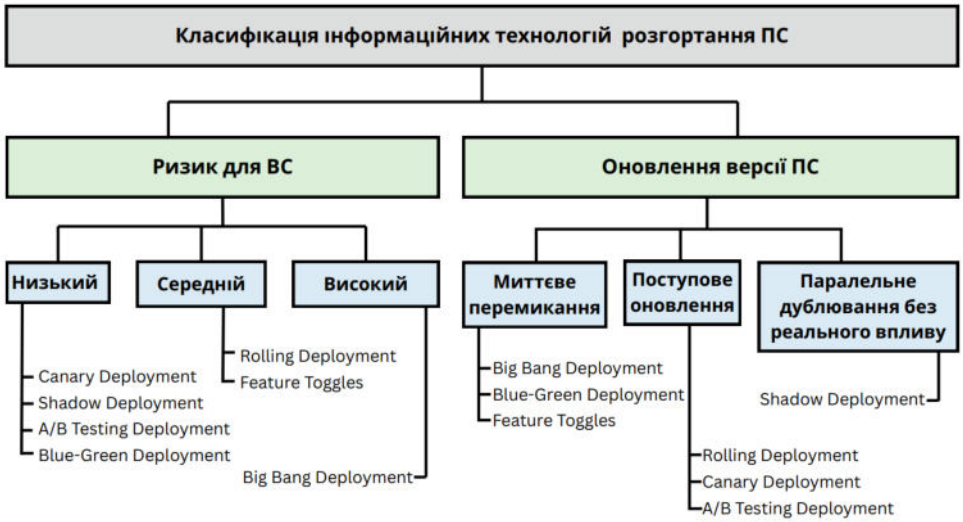


Рис. 1 – Класифікація ІТР ПС

ІТР миттєвого перемикання, як-от Big Bang Deployment, Blue-Green Deployment та Feature Toggles відносяться до цієї групи, тому що зміни застосовуються одразу й повністю через: заміну всієї системи, перемикання трафіку, активацію нових функцій у реальному часі. Поступове оновлення здійснюють ІТР Rolling Deployment, Canary Deployment та A/B Testing Deployment, де нова версія впроваджується поетапно: на окремих серверах, для частини користувачів, з паралельним тестуванням варіантів. Shadow Deployment відноситься до ІТР паралельного дублювання без реального впливу, оскільки нова версія працює поруч зі старою, отримує реальний трафік, але не віддає відповіді користувачам, дозволяючи безпечно аналізувати її поведінку.

WEB-ДОДАТОК ДЛЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО ПОШУКУ ПОСЛУГ

Смолін П.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

За данних богатьох джерел понад 1,7 млрд людей у світі працюють у сфері обслуговування та надання різноманітних послуг, таких, як «здоров'я та краса», клінінг-сервіси, освіта, дошкільна освіта, різноманітні курси, ремонтні роботи та таке інше. До того ж кожного року зростає кількість людей які отримують професії з надання послуг. Згідно сайту EconomicData.com в останні роки в Україні теж зростає відсоток таких людей. Та лише меньше половини з них працевлаштовані. Багато спеціалістів, які закінчили відповідні курси та вже набули деяких професійних навичок, не мають можливості починати трудову діяльність.

Така ситуація виникає в наслідок відсутністі сформованої та відкритої бази клієнтів. Така база може надавати спеціалістам замовлення від клієнтів. В той же час салони, які є посередниками в наданні послуг, отримують надто великий відсоток за посередницькі послуги (до 75% за замовлення).

Актуальність цієї роботи полягає в необхідністі інформаційної підтримки працівників сфери послуг в пошуку клієнтів, висвітленні та рекламі послуг, представленні прейскуранту послуг, формуванні зручного клієнту графіку роботи та створенні бази відгуків, яка буде сприяти якості послуг. Треба зазначити можливість клієнтів самім отримувати ціни для формування розуміння цінового сегменту, можливості вибору майстра за його досвідом, рейтінгом та кількістю відгуків, можливістю вільно обирати час для процедур, тощо.

Об'єктом дослідження є процеси пошуку майстрами клієнтів з одного боку і бронювання необхідних послуг клієнтами з іншого.

В роботі надано:

- аналіз та опис проблеми пошуку послуг за заданими критеріями;
- аналіз та моделювання бізнес-процесу, що стосується бронювання обраної послуги;
- розробка вимог до програмного забезпечення;
- аналіз існуючих проектувальних рішень для розробки структури Web-додатків;
- проект Web-додатку;
- розробка бази даних Web-додатку;
- реалізація бази даних;
- тестування Web-додатку.

Результатом роботи є можливість отримання заказів майстрами та підвищення якості пошуку послуг клієнтами, а також спрощення процесу бронювання для клієнтів та майстра.

WEB-ОРІЄНТОВАНЕ РІШЕННЯ ДЛЯ ЗБОРУ ТА ЗБЕРЕЖЕННЮ МУЛЬТИМЕДІЙНИХ ФАЙЛІВ

Смолін П.О.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Інтернет дав поштовх для появи дистанційного навчання, надавши можливлість студентам отримувати знання в любому місті та в любій час. Для цього студент повинен мати можливість вільно та в короткий термін знаходити потрібні лекції, методичні вказівки та інші матеріали в інтернеті.

Проблема збереження та організації публічного доступу до мультимедійних файлів є однією з проблем у навчальних закладах. Система збору та збереження мультимедійних файлів значно підвищить якість комунікації між викладачами та студентами. Тому виникає необхідність у структурованому збереженню та цільовому обміну мультимедійною інформацією між викладачами і студентами та різними іншими користувачами інтернету.В той же час використання особистих фізічних носіїв для сберигання і обміну інформацією досить не зручно та недоцільно, тим паче, що мова йде про відіо, аудио файли та інші файли великих розмірів

Web-орієнтоване рішення для збору та збереженню мультимедійних файлів є вирішенням актуальної задачі значного спрощення обміну інформацією між викладачем та студентом при дистанційній формі навчання.

Існує достатня кількість корпоративних платформ, таких як Microsoft Teams, Skype, Zoom, які налічують в своєму просторі чати, текстовий і голосовий зв'язок, відіозв'язок та інше. Всі ці сервіси можуть і використовуються в дістанційному навчанні. Вони також мають функцію запису конференції.Але здебільшого цією функцією може користуватися тільки організатор конференції. Коли право запису надається також і учасникам конференції, то вони з різних причин можуть її не використовувати. При цьому існує потреба студентів повторювати матеріали лекцій, семінарів та практичних занять та оновлювати знання.

Тому пропонується Web-орієнтоване підхід до збору та збереженню мультимедійних файлів дістанційних занять.

У роботі надано:

1 Аналіз особливостей процесу збору та збереження мультимедійних файлів та аналіз його організації.

2 Розробка моделі збору та збереження інформації.

3 Розробка вимог до програмного забезпечення задачі.

4 Визначення архітектури програмного забезпечення задачі.

5 Проектування бази даних, вибір формату СКБД та створення бази даних.

ТЕХНОЛОГІЯ СИНТЕЗУ ЗБАЛАНСОВАНИХ КІЛЬКІСНИХ ШКАЛ ДЛЯ МОДЕЛЕЙ ЗРІЛОСТІ CMMI ТА SPICE

Сокол В.Є., Годлевський М.Д., Малець Д.К., Афанасьєв К.О.
Рейнсько-Вестфальський Технічний Університет, м. Ахен, Німеччина
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Одними з найбільш відомими і використовуваними моделями для оцінки якості процесу розробки програмного забезпечення (ПР ПЗ) є моделі Capability Maturity Model Integration (CMMI) та Software Process Improvement and Capability dEtermination (SPICE). Окремі складові цих моделей: фокусні області CMMI, процеси SPICE, визначають локальні показники якості всього ПР ПЗ. Модель CMMI має два варіанти використання: безперервний та дискретний. Безперервний варіант визначає рівень якості окремих фокусних областей. Розробники моделі CMMI для фокусних областей запропонували бальну якісну шкалу першого типу з градаціями 0, 1, 2, 3, які називаються рівнями можливості. Дискретна модель CMMI теж має бальну якісну шкалу першого типу, градації якої називаються рівнями зрілості всього ПР ПЗ. Модель SPICE має тільки безперервний варіант оцінки якості ПР ПЗ, який застосовується для окремих процесів моделі. Як і для моделі CMMI, використовується бальна якісна шкала з рівнями можливості від одиниці до п'яти.

Основна проблема якісних шкал полягає в тому, що вони не дозволяють визначити величину зміни корисності фокусної області, процесу або всього ПР ПЗ при переході від попередньої до наступної градації. Це є основною проблемою при синтезі моделей планування розвитку як окремих фокусних областей та процесів, так і всього ПР ПЗ. Тому виникла необхідність перетворення якісних бальних шкал у кількісні, які дозволяють синтезувати більш точні моделі планування розвитку складних систем.

На основі вище наведеного у роботі пропонується технологія такого перетворення, яка базується на методології колективного експертного оцінювання і, як її окремої складової, методі парних порівнянь Сааті. Реалізація технології здійснюється шляхом використання функції корисності для окремих фокусних областей, процесів, а також всього ПР ПЗ. Вважається, що кожна градація є деяким альтернативним варіантом оцінки фокусних областей, процесів і всього ПР ПЗ з погляду їхньої корисності, а максимальний рівень можливості і максимальний рівень зрілості всього ПР ПЗ відповідають максимальному значенню функції корисності, який дорівнює одиниці.

Далі кожен з експертів на основі збалансованого аналога шкали Сааті формує матриці парних порівнянь, які перевіряються з погляду узгодженості думок експертів. На основі інтеграції цих думок визначаються вагові коефіцієнти важливості кожної альтернативи. На їхній основі для кожного рівня можливості та рівня зрілості знаходиться величина функції корисності за умови, що максимальний ваговий коефіцієнт відповідає корисності, яка дорівнює одиниці. Далі, за необхідності, отримані кількісні шкали балансують для використання при синтезі моделей планування розвитку фокусних областей, процесів та всього ПР ПЗ.

CRM-СИСТЕМИ ДЛЯ АДМІНІСТРУВАННЯ СТОМАТОЛОГІЧНИХ КЛІНІК

Солдатко Олександ, Козуля Марія
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сфері приватної охорони здоров'я, особливо в стоматології, ефективність адміністративних процесів відіграє вирішальну роль у забезпеченні якісного обслуговування пацієнтів та ефективності роботи організації. Оскільки очікування пацієнтів змінюються разом із технологічним прогресом, інтеграція систем управління взаємовідносинами з клієнтами (CRM) стає все більш життєво важливою для оптимізації та покращення якості обслуговування пацієнтів.

Це дослідження присвячене розробці CRM-системи "Client Card", пристосованої до специфічних потреб стоматологічних клінік. Система призначена для управління основними адміністративними завданнями, такими як планування зустрічей, зберігання і пошук записів пацієнтів, відстеження історій хвороб, управління стоматологами-спеціалістами і динамічна обробка прайс-листів. Основна мета – зменшити адміністративне навантаження при одночасному підвищенні доступності та точності даних [1].

Ключові технічні компоненти включають реалізацію реляційної бази даних для структурованого зберігання даних і модуль динамічного планування, який використовує жадібний алгоритм у поєднанні з методом компаратора для ефективного розподілу часових інтервалів без перекриття існуючих призначень. Алгоритмічний підхід має функцію «швидкого бронювання», яка визначає найближчий вільний час, покращуючи швидкість і зручність використання [2].

CRM-додаток пропонує модульну функціональність, масштабованість і логіку, засновану на даних, для підтримки прийняття рішень у реальному часі [3]. Централізуючи інформаційний потік і забезпечуючи швидший доступ до даних пацієнтів, система сприяє поліпшенню обслуговування пацієнтів і внутрішнього робочого процесу.

Запропоноване рішення демонструє, як кастомізовані CRM-додатки можуть посилити цифрову трансформацію стоматологічних клінік, пропонуючи основу для довгострокового технологічного зростання в секторі охорони здоров'я.

Література:

1. Branko Mihailović, Zoran Lazić, Dragan Mladenović, Goran Tošić, Aleksandar Janković, Miloš Duka. The advantages ofspeed of computerized management of adentalclinic. ACTAFAC MED NAISS 2009, vol. 26, no. 4, pp. 203–209.

2. Schleyer T, Spallek H, Hernández P. A qualitative investigation of the content of dental paper-based and computerbased patient record formats Journal of the American Medical Informatics Association. 2007, vol. 14, no. 4. pp.515–526. DOI: 10.1197/jamia.M2335.

3. Gillette J, Matthews JD, Frantsve-Hawley J, Weyant RJ. The benefits of evidence-based dentistry for the private dental office. Dental Clinics of North America. 2009, vol. 53, no. 1, pp. 33–45. DOI: 10.1016/j.cden.2008.09.002.

ОРГАНІЗАЦІЯ ОНОВЛЕННЯ ДАНИХ ПРО ВІЙСЬКОВОЗОБОВ'ЯЗАНИХ УНІВЕРСИТЕТУ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

Степанов М.В., Двухглавов Д.Е.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Після введення воєнного стану були змінені правила ведення обліку військовозобов'язаних (ВЗ). Основні зміни були спричинені тим, що країна перейшла на обмін відповідною інформацію у вигляді електронних документів визначеної форми. Для оперативної підготовки звітних форм в НТУ «ХПІ» була створена stand-alone система обліку ВЗ з числа співробітників університету.

Але у період дії воєнного стану велика кількість працівників університету була змушена змінити своє місце проживання. Це стало причиною ускладнення актуалізації їх даних. Раніше вони прибували до військово-облікового столу (ВОС) із відповідними документами, а співробітники ВОС після перевірки вносили дані до карток обліку. Зараз особисте прибуття більшості співробітників неможливе, що зумовило розробку підходу до забезпечення актуалізації даних. Завдання, що було вирішене, – це розробка підсистеми оновлення даних існуючої системи обліку, яка забезпечує опціональність прямої присутності співробітника, а також перевірку відомостей, що надаються.

Крім такої функціональності при розробці мала бути врахована вимога щодо забезпечення конфіденційності відомостей. Система обліку працює із локальною базою даних у форматі SQLite та відключена від мережі Інтернет.

Наявність таких умов для реалізації визначало наступний підхід до оновлення. На основі вже існуючої в базі даних інформації про обраного ВЗ, що перебуває на обліку, автоматично створюється файл MS Excel на основі розроблено шаблону, куди вивантажуються дані, які зараз зберігаються у базі даних системи. Далі працівник ВОС відправляє заповнену форму співробітнику оговореним способом. ВЗ вже самостійно в безпечному та зручному місці, актуалізує дані. Під час цього процесу MS Excel проводить валідацію, що зменшує шанси помилок. Потім заповнена форма відправляється працівнику ВОС разом із копіями документів, підтверджуючих наведені відомості.

Після отримання від форми із актуальними даним співробітник ВОС натисканням однієї кнопки завантажує актуалізовані дані до бази даних системи. При цьому проводиться більш глибинна валідація відомостей, яку неможливо провести в середовищі MS Excel. При успішному її проходженні, стара інформація замінюється на нову. У випадку наявності помилок буде сформований звіт, який вже потрібно в ручному режимі обробити працівник ВОС або ВЗ в залежності від того, які саме помилки були виявлені.

Використання саме MS Excel в якості формату файл-форми зумовлене рядом факторів. По-перше, він забезпечує можливість роботи із ним співробітників всіх рівнів від техніків технічного відділу до викладачів гуманітарного профілю. По-друге, забезпечується редагування в режимі офлайн з різних пристроїв від компютера до мобільного телефону. По-третє, реалізації програмної обробки таких файлів реалізована на багатьох мовах. При розробці підсистеми використані методи бібліотеки Apache POI.

МЕТРИКИ ДЛЯ ОЦІНКИ ПРОДУКТИВНОСТІ ВЕБОРІЄНТОВНИХ СИСТЕМ

Сторожук Ю.В.
Вінницький національний технічний університет
м. Вінниця, Україна

У сучасних умовах стрімкого розвитку інформаційних технологій веборієнтовні системи є основою для реалізації цифрових сервісів у сферах бізнесу, освіти, охорони здоров'я та державного управління. Продуктивність таких систем визначає якість користувацької взаємодії, ефективність бізнес-процесів та стабільність роботи програмного забезпечення. З метою комплексної оцінки продуктивності необхідно здійснювати систематичний збір і аналіз метрик на трьох рівнях: клієнтському, прикладному та серверному.

На клієнтському рівні оцінюється продуктивність інтерфейсу користувача, зокрема час завантаження сторінки (Page Load Time), час до першого візуального елементу (First Contentful Paint), час до повної інтерактивності (Time to Interactive), а також обсяг переданих ресурсів. Ці показники є важливими, оскільки впливають на перше враження від роботи системи. Моніторинг таких метрик здійснюється за допомогою інструментів Lighthouse, Web Vitals та Google Chrome DevTools.

Прикладні метрики охоплюють внутрішню логіку обробки запитів додатком. До них належать середній час обробки запиту, показник кількості помилок, кількість активних сесій, середній час виконання транзакції або бізнес-операції. Аналіз цих метрик дозволяє виявити проблеми в архітектурі програмного забезпечення, неефективність алгоритмів або перевантаження сервісів.

На серверному рівні проводиться моніторинг використання апаратних та інфраструктурних ресурсів, зокрема рівень завантаження процесора (CPU Utilization), використання оперативної пам'яті (Memory Usage), кількість активних мережевих з'єднань, середній час відповіді сервера (Server Response Time), кількість оброблених запитів за одиницю часу (Throughput або Requests Per Second). Такі метрики дають змогу оцінити ефективність роботи серверної частини системи та своєчасно виявити «вузькі місця» продуктивності.

Для комплексного збору, візуалізації та аналізу продуктивності веб-орієнтованих систем широко використовуються сучасні інструменти моніторингу: Prometheus, Grafana, New Relic, Elastic APM, а також засоби навантажувального тестування, зокрема Apache JMeter, k6 та Gatling.

Література:

1.Jain R. The Art of Computer Systems Performance Analysis. Wiley, 1991. – 720 с.

2. Gregg B. Systems Performance: Enterprise and the Cloud. Prentice Hall, 2020. – 928 с.

3. Hohpe G., Harsh S. Cloud Strategy. O'Reilly Media, 2021. – 270 с.

4. Burns B., Grant B., Oppenheimer D., Brewer E., Wilkes J. Kubernetes: Up and Running. O'Reilly Media, 2022. – 368 с.

5. Google Web Dev Team. Web Performance Optimization. Google Developers, 2023. – 112 с.

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ЦІНОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Фільов І.А., Коваленко С.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Зростаюча складність ринкових процесів і велика кількість сторонніх факторів, що можуть вплинути на формування цін, створюють потребу у застосуванні сучасних інтелектуальних методів обробки та аналізу даних. Одним із підходів розв'язання подібних задач є використання штучних нейронних мереж для прогнозування цінових характеристик, зокрема – вартості товарів, послуг або об'єктів нерухомості.

У роботі проведено аналіз існуючих моделей прогнозування на основі нейронних мереж та розроблено власну модель у вигляді API для прогнозування цін залежно від ряду параметрів. Дослідження передбачало обробку історичних даних, що включали технічні характеристики певного типу об'єктів, сезонні фактори, регіональні особливості та інші економічні показники. Для підготовки даних використовувались методи нормалізації, заповнення пропущених значень, пошук та видалення аномалій та перетворення категоріальних змінних у числовий формат. Для рішення описаної задачі запропоновано наступний алгоритм.

На вхід алгоритму подається набір структурованих даних, де кожен рядок містить характеристики об'єктів та відповідне значення цінової ознаки. Алгоритм виконує попередню обробку даних, побудову моделі нейронної мережі, її навчання та подальше використання для прогнозування.

Умовно алгоритм можна розділити на декілька етапів.

1 Здійснюється зчитування вхідного датасету, заповнення пропущених значень, перетворення категоріальних змінних у числові, нормалізація числових ознак.

2 Дані випадковим чином діляться на три частини (навчальна, валідаційна, тестова). Це забезпечує можливість перевірки узагальненої здатності моделі.

3 Визначаються кількість шарів, кількість нейронів на кожному шарі, функції активації та функції втрат.

4 Алгоритм здійснює багаторазове проходження по навчальній вибірці з оновленням ваг за допомогою методу зворотного поширення помилки. У процесі контролюється значення помилки на валідаційній вибірці для запобігання перенавчанню.

5 Після навчання модель тестується на раніше невідомих даних. Результати прогнозування порівнюються з реальними значеннями ціни для обчислення середньої абсолютної та відносної похибки.

6 Навчена модель приймає на вхід нові характеристики об'єктів, обробляє їх і видає прогнозоване значення ціни.

Даний алгоритм може бути адаптований до різних предметних областей, в яких доступні історичні дані та існує потреба у прогнозі вартості товару.

АВТОМАТИЗОВАНЕ ПРОГНОЗУВАННЯ ПОПИТУ ЯК ІНСТРУМЕНТ ЕФЕКТИВНОГО ПЛАНУВАННЯ КІНОСЕАНСІВ

Фоменко Д.В., Нікуліна О.М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Управління розкладом сеансів є важливим аспектом ефективної роботи кінотеатру. У малих кінотеатрах цей процес часто не є автоматизованим, що ускладнює оперативне реагування на зміну попиту та може призводити до втрати прибутку. Метою запропонованого компонента є підвищення ефективності управління кінотеатром шляхом автоматизації планування кіносеансів на основі прогнозів відвідування. Компонент допомагає формувати розклад, орієнтуючись на попит, що сприяє кращому використанню ресурсів та задоволеності клієнтів.

Серед поширених способів планування кіносеансів залишається ручне планування, коли адміністратор самостійно формує розклад на основі досвіду або інтуїції. Цей спосіб не враховує зміни попиту та потребує багато часу.

Інший підхід – шаблонне або статичне планування, що передбачає використання фіксованих схем. Це зручно для адміністрування, але ігнорує особливості попиту на конкретні фільми в певні дні чи години.

Також застосовуються напівавтоматизовані системи, що враховують базові параметри фільмів та формують прогноз кіносеансів, проте остаточне рішення щодо встановлення розкладу все ще приймає людина.

Найточніші результати дає автоматизоване планування на основі аналітики, коли система враховує реальні дані про продажі, рейтинги й сезонні тренди. Однак такі рішення в більшості є дорогими для невеликих кінотеатрів.

Запропонований компонент для планування кіносеансів орієнтується на прогнозування попиту на основі історії відвідувань. Система аналізує жанри фільмів на сеансах, кількість глядачів, день тижня, час проведення та тривалість прокату. Таким чином, адміністратор отримує підказки, на який час найвигідніше буде поставити бажаний фільм. Цей підхід поєднує елементи автоматизації з можливістю прийняття остаточного рішення людиною, що робить його зручним і практичним для невеликих кінотеатрів.

У компоненті використовується метод асоціативних правил, що дозволяє виявити закономірності у виборі фільмів та сеансів клієнтами. Інтегрований штучний інтелект оцінює ці правила, аналізує дані історії проведених кіносеансів та пропонує оптимальні часові слоти для показу фільмів з урахуванням попереднього попиту [1].

Запропонований компонент дозволяє підвищити ефективність планування кіносеансів завдяки використанню прогнозів попиту. Поєднання асоціативних правил та штучного інтелекту забезпечує адаптивний підхід, що особливо корисний для малих кінотеатрів із обмеженими ресурсами.

Література:

1. Big Data Analytics Using Artificial Intelligence. URL: https://surl.li/xsrnuk 17.04.2025.

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ КОНВЕРТАЦІЇ ПРОФІЛЮ ПОСАДИ В КОМПЕТЕНЦІЇ ВИКОРИСТОВУЮЧИ МАТРИЦЮ ЄВРОПЕЙСЬКИХ КОМПЕТЕНЦІЙ

Харківський В.К., Сокол В.Є., Сапронов П.Ю.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В наш час ринок праці у сфері інформаційних технологій характеризується дуже швидкими та динамічними змінами вимог до фахівців. Роботодавці формуючи описи профілів посад не притримуються певним стандартам та пишуть у вільній текстовій формі, що ускладнює їхню структуризацію, порівняння та інтеграцію в освітні та аналітичні системи. У зв'язку з цим виникає потреба в інтелектуальних інструментах, здатних автоматично трансформувати неструктуровані тексти вакансій у стандартизовані компетенції. Європейська матриця компетенцій (e-CF) виступає уніфікованою моделлю, яка дозволяє здійснювати об'єктивне зіставлення ринкових вимог з профілями здобувачів. Метою роботи є розробка методу автоматичного конвертування описів профілів посад у відповідні компетенції за моделлю e-CF шляхом застосування алгоритмів обробки природної мови та методів семантичного аналізу.

Профілі посад автоматично парсяться з відкритих платформ. Для очищення і виділення змістовних фрагментів застосовано регулярні вирази, токенізацію та фільтрацію службових частин мови, а також алгоритми rule-based парсингу для виявлення розділів «вимоги», «обов'язки», «необхідні навички» тощо.

У дослідженні описано підхід, який ґрунтується на векторному представленні тексту описів цільових профілів посад та компетенції згідно e-CF. Для вирішення задачі використано моделі BERT та Word2Vec, та проаналізовано результати для кожної. Схожість між текстовими блоками визначається за допомогою косинусної подібності, що дозволяє зіставити профілі посад з найбільш схожими компетенціями.

Було проведено порівняння результатів конвертації профілів посад із використанням BERT та Word2Vec. Результати показали, що BERT демонструє вищу точність семантичного узгодження завдяки контекстуальному характеру ембеддингів. Модель Word2Vec була менш ефективною для коротких фраз і синонімічних конструкцій, що часто характерні для описів профілів посад. Як результат обрано BERT як основну модель. На відміну від моделей, які вимагають попереднього навчання на розмічених даних, запропоноване рішення відноситься до zero-shot і дозволяє без додаткового навчання зіставляти текст вакансії з компетенціями на основі попередньо сформованих векторів.

Розроблений підхід може бути інтегрований у рекрутингові платформи, системи профорієнтації та аналітики освітніх програм, зокрема для виявлення прогалин у навичках студентів або шукачів на основі e-CF. Це допоможе суттєво спростити та пришвидшити як процес пошуку роботи з боку здобувачів освіти так і процес підбору нових кандидатів на посади.

РОЗРОБКА МОДЕЛЕЙ І ПРОГРАМНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ ВІДЕОСТРІМІНГОВОГО СЕРВІСУ

Цокота І.О., Лютенко І.В., Космачов О.С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У роботі розглянуто проблеми побудови сучасного відеострімінгового сервісу, здатного забезпечити надійне та якісне відеомовлення з використанням сучасних вебтехнологій. Актуальність теми зумовлена зростанням попиту на високоякісний відеоконтент, розширенням аудиторії онлайн-трансляцій і зростаючими вимогами до стабільності, масштабованості та якості стрімінгу.

Метою роботи є підвищення якості обслуговування користувачів, які використовують відеострімінговий сервіс.

Об'єктом дослідження є процес створення та роботи відеострімінгового вебзастосунку, що забезпечує адаптивне передавання відео в реальному часі. У роботі проаналізовано існуючі технології відеострімінгу: HTTP Live Streaming (HLS), Dynamic Adaptive Streaming over HTTP (DASH), WebRTC, а також інструменти забезпечення якості (QoS), алгоритми буферизації, розподілу контенту та вибору серверів.

У якості практичної реалізації розроблено MVP вебзастосунку на базі стеку Next.js і TypeScript з використанням платформи LiveKit для трансляцій, UploadThing - для зберігання файлів, Prisma ORM і MySQL - для роботи з даними, Clerk – для автентифікації користувачів. Архітектура побудована на модульному принципі та передбачає інтеграцію з Open Broadcaster Software (OBS) через RTMP/WebRTC.

Реалізовано повний функціонал сервісу: реєстрація, запуск трансляції, перегляд стріму з іншого акаунту, чат у реальному часі, управління профілем, адміністративні дії. Усі компоненти пройшли ручне функціональне тестування, зокрема перевірку взаємодії через WebSocket, автентифікацію, завантаження медіа, обробку відеопотоку.

Результати свідчать про високу ефективність запропонованої моделі: середня затримка становить до 2 секунд, забезпечено стабільність під час трансляцій, реалізовано підтримку мобільних пристроїв. Водночас визначено напрямки вдосконалення системи: введення модерації чату, планування стрімів, підключення аналітики для стрімерів, покращення UX на мобільних платформах.

Розроблене рішення може бути адаптоване для використання в освітніх, комерційних або розважальних проектах, де потрібне якісне відеомовлення з інтерактивними можливостями.

ПРИШВИДШЕННЯ ПІДВАНТАЖЕННЯ РІВНІВ ДЛЯ БАГАТОКОРИСТУВАЦЬКИХ ІГОР НА UNREAL ENGINE 5

Чернишов В.Д., Білова М.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сучасні багатокористувацькі відеоігри вимагають високої продуктивності та ефективного використання ресурсів, особливо у відкритих світах. Відкриті світи у відеоіграх – це тип ігрового дизайну, в якому гравець має максимальну свободу пересування і необмежений доступ до великої ігрової території, що не розділена на окремі рівні або локації з екранами завантаження. Традиційні методи завантаження рівнів, що передбачають повне завантаження всієї сцени, не відповідають вимогам сучасних гравців щодо швидкості, стабільності та якості графіки.

У роботі розроблено систему динамічного підвантаження рівнів на основі інструментів Unreal Engine 5: Level Instance, Data Layer, Streaming Levels та Async Loading[1]. Основна ідея полягає у поділі ігрової сцени на підрівні, які завантажуються індивідуально для кожного гравця, залежно від його позиції у світі або взаємодії з тригер-зонами.

Використання стратегій Chunk Loading (завантаження лише сусідніх ділянок світу), Preloading (попереднє завантаження потрібних даних) та Frustum Culling (відображення тільки видимих об'єктів) дозволяє значно знизити навантаження на систему та забезпечити плавний геймплей та механізмів асинхронного завантаження дозволяє скоротити час очікування при запуску гри; зменшити навантаження на оперативну пам'ять; підтримувати стабільний FPS навіть у великих локаціях.

Система є модульною, легко адаптується до різних жанрів ігор, включно з MMORPG (Massively Multiplayer Online Role-Playing Game) та шутерами. Реалізація виконана з використанням Blueprints, Data Tables та Trigger Volumes, що забезпечує гнучкість і масштабованість під різні платформи. Результати можуть бути застосовані для розробки продуктивних та якісних багатокористувацьких проєктів з динамічним ігровим світом[2].

Література:

1. Unreal Engine Documentation. World Composition and Level Streaming. https://docs.unrealengine.com, 2024.
2. Cerny M. Road to PS5. Sony Interactive Entertainment, 2020.

ВЕБ-СЕРВІС ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ЕЛЕКТРОННОЇ ТАБЛИЦІ ДЛЯ ОБЛІКУ ХОДУ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Чечун А.Г., Двухглавов Д.Е.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В сучасному світі засоби автоматизації відкривають значні можливості для покращення різних процесів, проте часто вони залишаються невикористаними. Дуже часто люди продовжують виконувати багато завдань вручну замість того, щоб вивчити можливості нових технологій та інтегрувати їх у традиційні бізнес-процеси. Це в повній мірі стосується ведення обліку відвідуваності та оцінок, які отримують студенти за результатами робіт протягом семестру. Зазвичай на початку кожного навчального семестру викладач формує для цього файл у вигляді електронної таблиці. Перед заповнення викладачі зазвичай отримують перелік даних про студентів, що будуть вивчати дисципліни, а також розклад занять. Далі викладачі самостійно руками копіюють дані про студентів, вносять вручну дати проведення занять, враховуючі переноси, введені в університеті для оптимізації процесу. Також викладачі можуть створювати сторінки, які дозволяються узагальнювати оцінки вивчення дисциплін для визначення підсумкової оцінки.

В умовах постійного збільшення кількості студентів та навчальних дисциплін, стає важливим забезпечити можливість швидкого створення структури такого файлу, в якому в подальшому буде вестися облік. Ідея створення веб-сервісу виникла на основі того, що підходи до обліку занять та оцінювання можна уніфікувати. А тому викладачеві треба буде скласти документ спеціальної форми – плану вивчення навчальної дисципліни (ПВНД), а роботу з формування файлу для обліку відвідувань та оцінювання можна створювати програмно. Виграш полягає в тому, що логіка вивчення дисципліни істотно не зміниться, а витягати потрібних перелік студентів та визначати дати занять розроблений сервіс зможе без участі викладача. Крім того, що використання сервісу дозволить знизити час на підготовку файлу, також виключається можливість помилок, властива ручному створенню файлу.

Результатом роботи став сервіс, що представляє собою вебзастосунок, розроблений із застосуванням фремйворку Spring. Зберігання даних організоване у базі даних формату MySQL, у яку можна завантажувати дані з АСУНП ХПІ, зокрема переліки студентів, перелік навчальних груп та також дані відомості навчальних доручень. Для отримання файлу обліку для своєї дисципліни у форматі MS Excel на основі шаблону ПВНД, який викладач має підготувати (або оновити) ПВНД. Час на отримання складає до 2 хвилин, що значно менше за час його підготовки в теперішній час.

Використання сервісу, крім вивільнення викладача від виконання рутинних обов'язків, також несе переваги й для студентів, які зможуть самостійно відстежувати власні результати в межах семестру, аналізуючи представлений файл. Також уніфікація обліку та оцінювання має зацікавити керівництво кафедри, бо це відкриває можливості для збору відомостей про відвідування та хід навчання.

РОЗРОБКА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТЕМПЕРАТУРОЮ В БУДИНКУ З ВИКОРИСТАННЯМ МІКРОСЕРВІСНОЇ АРХІТЕКТУРИ

Шанькін І.М., Северин В.П.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Зростання вартості енергетичних ресурсів та підвищена увага до екологічних аспектів стимулює розвиток ефективних і адаптивних систем управління температурою у приміщеннях. Одним із сучасних підходів до вирішення цієї задачі є застосування методів штучного інтелекту, зокрема нейронних мереж.

У роботі досліджується інтелектуальна система управління температурою для «розумного будинку», яка базується на мікросервісній архітектурі та використовує рекурентні нейронні мережі для прогнозування теплових процесів. Система підтримує кілька підходів до регулювання: класичне управління за допомогою PID-регулятора, гібридне управління з додатковим нейромережевим модулем, а також повністю інтелектуальний підхід – з використанням виключно глибоких нейронних мереж без участі класичних алгоритмів.

Використання рекурентних нейромереж дозволяє ефективно аналізувати часові ряди даних від сенсорів, виявляти складні залежності між температурою, показниками зовнішнього середовища та режимами роботи системи. Такий комплексний підхід дає можливість порівняти ефективність різних стратегій, оцінити їхню енергоефективність, стабільність і точність підтримання заданого мікроклімату.

Запропонована система передбачає інтеграцію з IoT-мережею сенсорів, що забезпечує постійний збір актуальних даних для прогнозування та регулювання температурних умов. До складу таких сенсорів можуть входити не лише датчики температури, а й вологості, вмісту CO_2 та інших показників мікроклімату, що дає змогу враховувати додаткові фактори під час прийняття рішень. Дані із сенсорів зберігаються у хмарних сховищах, що полегшує доступ і обробку інформації, дозволяючи більш ефективно проводити історичний аналіз для вдосконалення моделі прогнозування та виявляти закономірності для подальшої оптимізації системи.

Завдяки мікросервісній архітектурі систему можна легко масштабувати, розгортати як на локальних пристроях у рамках «розумного будинку», так і на віддалених серверах, забезпечуючи доступ через веб-інтерфейс та API. Крім того, така архітектура забезпечує гнучке розширення системи: нові компоненти можна додавати або змінювати без впливу на роботу інших частин.

СТВОРЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-УПРАВЛЯЮЧОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ПРОЦЕСУ РОЗРОБКИ В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОЇ РОБОТИ ТА НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

Шевченко Д.О., Лобач О.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасних умовах війни в Україні, енергетичних криз та переходу до дистанційної роботи постала проблема забезпечення ефективного контролю за процесами розробки в компаніях. Часті блекаути, нестабільний інтернет-зв'язок та відсутність фізичної присутності працівників значно ускладнили виконання проєктних завдань у заплановані терміни. В таких умовах критично важливою стає наявність надійних інформаційно-управляючих систем для забезпечення безперервності бізнес-процесів [1].

Інформаційно-управляючі системи дозволяють здійснювати моніторинг етапів розробки, контролювати виконання завдань, оперативно реагувати на затримки та перерозподіляти ресурси. Однак використання готових рішень часто має низку обмежень: залежність від зовнішніх серверів, відсутність можливості адаптації до специфічних потреб компанії, високі ризики безпеки даних у кризових умовах [2].

У роботі пропонується розробка інформаційно-управляючої системи, орієнтованої на локальну інфраструктуру компанії, з можливістю роботи в автономному режимі під час перебоїв електроенергії або зв'язку. Така система має включати: інтерфейси для створення та відстеження завдань; механізми резервного збереження даних; інструменти аналітики прогресу команди; модулі аварійного сповіщення та комунікації; локальне розгортання з можливістю синхронізації при відновленні доступу до мережі; функціонал обліку часу роботи працівників, що дозволяє фіксувати фактичний час, витрачений на кожне завдання; засоби оцінки ефективності виконання завдань та аналізу продуктивності співробітників.

Наявність інструментів моніторингу часу та ефективності дозволяє виявляти проблемні ділянки процесу розробки, оптимізувати навантаження на команду, забезпечити прозорість роботи у віддаленому форматі та підвищити загальну продуктивність компанії [1].

Таким чином, створення інформаційно-управляючої системи забезпечує більшу гнучкість, безпеку даних і стійкість до зовнішніх викликів, що є ключовими факторами стабільної роботи компанії в умовах воєнних дій, блекаутів та глобальних криз.

Література:

1. Alomar I., Yatskiv (Jackiva) I. DIGITALIZATION IN AIRCRAFT MAINTENANCE PROCESSES. Aviation. 2023. Vol. 27, no. 2. P. 86–94. URL: https://doi.org/10.3846/aviation.2023.18923 (date of access: 20.11.2023).

2. Burtylev I. N., Mokhun K. V., Bodnya Y. V., Yukhnevich D. N. Development of Electronic Document Management Systems: Advantage and Efficiency. P. 1-9. 2013. DOI: 10.5923/s.scit.201301.01 (date of access: 21.11.2023).

ФОРМУВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ РІШЕНЬ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНИХ ЗАДАЧ ВИБОРУ

Шевченко С.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Вирішення задач багатокритеріального вибору є одним з етапів більшості процедур прийняття рішень. Метою дослідження є формування рішень задач вибору для їх наступної багатокритеріальної оптимізації. Кращі варіанти рішень мають відповідати результатам порівнянь претендентів за сукупністю критеріїв, які в цілому є суперечливими та непогодженими. Обґрунтуванням підходів до багатокритеріальної оптимізації вирішення задач вибору може бути формування підмножин Парето-оптимальних рішень, практичне виконання яких потребує досить ретельних та трудомістких досліджень для кожного прикладу розрахунків. Зростаюча кількість публікацій на дану тему свідчить про актуальність досліджень щодо розробки ефективних процедур багатокритеріальної оптимізації рішень задач вибору для широкого кола практичних задач та про наявність не повністю вирішених питань, що визначають нові напрямки досліджень. Більшість підходів до вирішення задач вибору таких, як відомий метод аналізу ієрархій (MAI, AHP), запропонований Т. Сааті, базуються на використанні експертних оцінок переваг претендентів за обраними критеріями з необґрунтованою шкалою вимірювань без врахування наявних нелінійних залежностей між діапазонами оцінок, що у ряді випадків призводить до отримання помилкових рішень. Відомі спроби підвищення об'єктивності таких підходів на основі методів нечіткої логіки принципово не змінюють вірогідність помилкових рішень, додаючи ряд нових умов та вимог.

В роботі пропонується підхід до визначення кращих рішень задач багатокритеріального вибору, застосування якого продемонстровано на прикладі формування архітектури віртуальної системи обробки даних на ресурсах провайдерів хмарних обчислень. Визначення кращих рішень багатокритеріальних задач вибору відбувається у просторі нормалізованих критеріїв серед альтернатив побудованої Парето-оптимальної підмножини рішень на основі ступеню наближення вектору, утвореного оцінками критеріїв претендента до вектору значень критеріїв побудованого віртуального зразка. Такий підхід дозволяє позбутися появи ризиків спотворень результатів аналізу, притаманних існуючим методам багатокритеріального оцінювання.

Вирішення задачі багатокритеріального вибору розглянуто на умовному прикладі формування архітектури віртуальної системи обчислень з використанням даних задач, що потребують обробки, умов та вимог проведення обробки даних з врахуванням характеристик обчислювальних ресурсів від провайдерів хмарних сервісів.

Отримані результати мають прозорий характер, дозволяють інтерпретувати рішення в термінах поступок за критеріями, що свідчить про можливість застосування даного підходу для вирішення широкого кола задач вибору.

ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОМЕРЕЖІ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ НАДЛИШКОВОГО ЕЛЕМЕНТУ В СИМЕТРО-КОМПЕНСУВАЛЬНОМУ ПРИСТРОЇ ЧОТИРИПРОВІДНОЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Ягуп К. В., Ягуп В. Г., Юсіфов Р. Г.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»
м. Харків, Україна
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
м. Харків, Україна

Симетрування струмів і напруг в чотири-провідної системи електропостачання та усунення реактивної потужності в ній може бути здійснено за допомогою симетро-компенсувальнго пристрою (рис. 1), який представляє собою комбінацію конденсаторів і індуктивностей, підключених між фазами і нульовим проводом електричної системи. При цьому достатньо підключити не максимальну кількість елементів 6, а 5 елементів. Розрахунок розташування надлишкового елементу в електричній схемі можливо здійснювати на SPS-моделі із застосуванням пошукової оптимізації. Однак такий метод представляється громіздким і тривалим [1, 2].

В роботі проведено дослідження застосування нейронної мережі, для визначення надлишкового елементу симетрувально-компенсувального пристрою чотири-провідної системи. Для навчання було обрано метод Баєсівської регуляризації, який демонструє високу точність в дослідженнях [3].

В результаті була сформована нейромережа, вхідними параметрами якої є величини параметрів навантаження – резистора і індуктивності, а в векторі цілей нулями позначаються елементи, які мають бути присутніми в симетро-компенсувальному пристрої, а двійками – надлишкові елементи. Розроблений метод показав високу точність для схем симетро-компенсувального пристрою, які містять комбінацію конденсаторних і індуктивних елементів.

Література:

1. Ягуп Е. В. Определение режима компенсации реактивной мощности в четырехпроводной трехфазной системе электроснабжения с помощью поисковой оптимизации. Технічна електродинаміка. 2016. № 1. С. 60 – 66.
2. Ягуп К. В., Ягуп В. Г. Моделювання та оптимізація режимів систем енергопостачання та електроспоживання. Навчальний посібник. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. 183 с.
3. Ягуп К. В., Ягуп В. Г. Application of Bayesian regularization for improving the quality of electrical energy in the electrical supply system. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Системний аналіз, управління та інформаційні технології. Харків: НТУ «ХПІ». 2023. №2 (10). С. 15 – 20.

ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ СИНТЕЗУ СИМЕТРО-КОМПЕНСУВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ІЗ НУЛЬОВИМ ПРОВОДОМ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ

Ягуп К. В., Ягуп В. Г., Юсіфов Р. Г.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»
м. Харків, Україна
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
м. Харків, Україна

Синтез симетро-компенсувального пристрою системи електропостачання із нульовим проводом представляє собою задачу, яка складається із визначення надлишкового елементу з подальшим визначенням типів елементів і місцями їх підключення між фазами і фазами і нульовим проводом [1, 2]. Вирішення такої задачі із застосуванням методів оптимізації представляється громіздким, тому в цьому плані доцільно здійснити дослідження застосування нейронних мереж [3].

В проведеному дослідженні було застосовано для визначення топології симетрувально компенсувального пристрою нейронну мережу, що була навчена методом Байєсівської регуляризації. Вхідними параметрами мережі були кортежі із значеннями активно-індуктивного навантаження відповідно величинам Ra, La, Rb, Lb, Rc, Lc.

В ході проведення дослідження було встановлено, що нейромережа, яка визначала одночасно і зайвий елемент, і типи елементів, показала не достатньо високу ефективність. Тому задача визначення топології була розбита на два етапи. На першому етапі застосовувалася нейромережа, що визначала надлишковий елемент, на другому етапі – нейромережа, що визначала топологію симетро-компенсувального пристрою.

Такий підхід виявився достатньо точним для симетро-компенсувальних пристроїв, топологія яких складалася із комбінації конденсаторів і індуктивностей.

Література:

1. Ягуп Е. В. Определение режима компенсации реактивной мощности в четырехпроводной трехфазной системе электроснабжения с помощью поисковой оптимизации. Технічна електродинаміка. 2016. № 1. С. 60 – 66.
2. Ягуп К. В., Ягуп В. Г. Моделювання та оптимізація режимів систем енергопостачання та електроспоживання. Навчальний посібник. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. 183 с.
3. 7. Haykin S. Neural networks. A comprehensive foundations. McMillan College Publ. Co. N. Y, 1994. 696 p.

ПЕРЕВАГИ ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТОПОЛОГІЇ І ПАРАМЕТРІВ СИМЕТРО-КОМПЕНСУВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ

Ягуп К. В., Ягуп В. Г., Юсіфов Р. Г.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
м. Харків, Україна
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
м. Харків, Україна

Симетрування струмів і напруг та компенсація реактивної потужності в несиметричній мережі електропостачання можливо здійснювати за допомогою симетрувально-компенсувального пристрою, який представляє собою набір з конденсаторних та індуктивних елементів. Визначення типів і величин параметрів елементів симетрувально-коменсувального пристрою можливо здійснювати точним методом – із використанням пошукової оптимізації. Однак такий підхід має ряд недоліків – громіздкість, тривалий час при розрахунку на визначення типів елементів в чотири-провідній системі, де розрахунок виконується в декілька етапів.

Визначення параметрів симетро-коменсувального пристрою із використанням нейронних мереж в ряді випадків є більш доцільним, ніж точним методом. Так при розрахунках параметрів в трифазній системі такий метод продемонстрував визначення з допустимою точністю значень величин ємностей компенсувальних конденсаторів, при цьому на розрахунок практично не витрачався час [1].

Для чотири-провідної системи такий метод продемонстрував ефективність для визначення необхідної топології симетрувально-компенсувального пристрою, а саме визначав надлишковий елемент і типи реактивних елементів пристрою, що звільнило задачу від виконання проміжниних етапів [2, 3].

Література:

1. Ягуп К. В. Application of Bayesian regularization for improving the quality of electrical energy in the electrical supply system. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Системний аналіз, управління та інформаційні технології, №2 (10)'2023. С. 15 – 20.
2. Ягуп К. В. Застосування нейромережі для визначення типу елементів симетро-компенсувального пристрою несиметричної системи з нульовим проводом. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Системний аналіз, управління та інформаційні технології. – 2024 № 1 (11) – С. 76 – 79
3. Ягуп К. В., Ягуп В. Г., Юсіфов Р. Г. Визначення параметрів компенсувального пристрою системи електропостачання із застосуванням нейронної мережі. Наукові праці ВНТУ, 2024, № 4. С. 1–9

РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ФОРМУВАННЯ ЕКСТРЕМАЛЬНОГО НАБОРУ ДАНИХ ДЛЯ НАВЧАННЯ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ

Ягуп К. В., Ягуп В. Г., Юсіфов Р. Г.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»
м. Харків, Україна
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
м. Харків, Україна

Успішність і точність навчання нейронної мережі суттєво залежить від визначення оптимального набору для навчання, а саме мінімальної кількості кортежів вхідних даних та виявлення оптимальних значень величин цих наборів [1]. Тому задача регресії є актуальною при навчанні нейромережі. При формуванні такого набору, також слід враховувати той факт, що базовий набір даних можна розширити шляхом комбінування вже розрахованих значень кортежів, шляхом обміну місцями відповідних значень у вхідному наборі і векторах цілей. Цей прийом дозволяє уникнути допоміжних розрахунків і значно підвищити точність роботи нейронної мережі.

Розроблено алгоритм для визначення екстремального набору для навчання методом Баєсівської регуляризації нейронної мережі, що визначає значення параметрів симетрувально компенсувального пристрою трифазної несиметричної системи [2].

В основу алгоритму покладено дихотомічний принцип. На основі розрахунку похибки між бажаним і фактичним значенням формуються набори для навчання і тестування. Розроблений алгоритм дозволяє визначити оптимальний набір даних для навчання, який буде визначати параметри симетро-компенсувального пристрою із передньо завданою помилкою.

Алгоритм було успішно апробовано в трифакторному експерименті, де змінювалися значення резисторів в навантаженні трьох фаз системи електропостачання. В результаті було встановлено, що для навчання нейронної мережі із точністю що не перевищує відносної похибки 7% достатньо сформувати 12 базових наборів даних для навчання.

Література:

1. Haykin S. Neural networks. A comprehensive foundations. McMillan College Publ. Co. N. Y, 1994. 696 p
2. Ягуп К. В., Ягуп В. Г. Моделювання та оптимізація режимів систем енергопостачання та електроспоживання. Навчальний посібник. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. 183 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОГРАМНИХ ТА ФІЗИЧНИХ КОМПОНЕНТІВ ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ТА КЕРУВАННЯ ТЕМПЕРАТУРОЮ В ІНКУБАТОРІ НА БАЗІ ARDUINO

Яковлєв І. А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Інкубація яєць – складний процес, що вимагає підтримки строгих температурних параметрів. Ручне регулювання температури не забезпечує достатньої точності, що знижує виведення [1] та потребує постійного нагляду. Автоматизація процесу з використанням мікроконтролерів, датчиків, хмарних технологій та мобільного застосунку дозволяє підвищити ефективність інкубації, мінімізувати людський фактор та дистанційно контролювати процес, що надає більше гнучкості та є економічно вигіднішою порівняно з іншими інкубаторами на ринку.

Для отримання температури та вологи всередині інкубатора використовуються різни типи електронних датчиків: комбіновані з датчиком вологи (наприклад, DHT22), або окремі датчики температури (наприклад, DS18B20). Кожен з них має точність до 0,5°C, чого достатньо для керування температурою, хоча їх точність можна підвищити, зрівнявши з більш точним градусником (наприклад ртутним). Для зчитування даних з датчиків, контролю вентиляторів, передачі та зчитування даних з хмари можна використовувати майже будь-які мікроконтролери, що мають модуль Wi-Fi, або з можливістю його підключення, та порти для підключення датчиків. Найпоширенішим з них є Arduino. Даний мікроконтролер поєднує в собі легкість створення схем з великою кількістю датчиків та простоту розробки під нього [2]. У цього мікроконтролеру немає модулю Wi-Fi, тому треба використовувати окремій модуль. Їх також багато, але найпростіший це Wemos D1 mini на базі модулю ESP8266. Для передачі та отримання даних використовуються хмарні технології, але, щоб зменшити вартість проекту було обрано використовувати Firebase та Google Cloud Console, тому що вони надають безкоштовний доступ до великої кількості інструментів. Далі інформація може передаватись на мобільний пристрій для отримання значення температури та вологи та навпаки. Для створення мобільного застосунку на Android офіційним рішенням від Google є Jetpack Compose для написання UI та мова програмування Kotlin для логіки програми.

Таким чином, можна створити точний інкубатор практично будь-якого розміру з дистанційним керуванням та моніторингом за доступною ціною, що робить його придатним як для домашнього використання, так і для комерційного застосування.

Література:

1. М. Т. Тагиров, Н. В. Шомина, А. Б. Артеменко. Інкубація яєць сільськогосподарського птаха: метод. рек. УДК: 636.5.082.474.
2. Бєлов А.В. Управління модулем ARDUINO по Wi-Fi з мобільних пристроїв. ISBN: 978-5-94387-892-3.

АЛГОРИТМ ФОРМУВАННЯ РЕФЕРАТУ ТЕКСТОВОЇ РОБОТИ ЗАСОБАМИ APACHE POI

Якушко А.П., Двухглавов Д.Е.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Автоматизація аналізу текстових документів у сфері навчального процесу є важливим питанням. Бібліотека Apache POI надає потужні інструменти для програмного аналізу документів Microsoft Office, зокрема формату DOCX.

Одним із практичних застосувань цієї бібліотеки є формування реферату, що містить кількісні характеристики пояснювальної записки до курсової або дипломної роботи. Реферат включає такі параметри: кількість сторінок, рисунків, таблиць, джерел та додатків. Для кожного з цих параметрів потрібен окремий алгоритм обчислення. Визначення кількості рисунків використовує функціональність Apache POI для отримання як вбудованих зображень (getAllPictures()), так і діаграм (getCharts()). Загальна кількість рисунків визначається як їх сума. При підрахунку таблиць виникає специфічна проблема: метод getTables() класу XWPFDocument повертає всі об'єкти-таблиці, але не враховує, що одна логічна таблиця може бути представлена декількома фізичними об'єктами через розриви сторінок. Тому спочатку пропонується отримати таблиці методом getTables(), потім знайти перелік абзців, відформатованих стилем "Tablenumber", що містят текст "Кінець таблиці" або "Продовження таблиці". Їх кількість треба відняти від загальної кількості таблиць. Кількість джерел інформації визначається як кількість абзаців між абзацем з текстом "Список джерел інформації" типу Heading 1. Також цей заголовок є «орієнтиром» для визначення кількості додатків – це будуть всі наступні абзаци типу Heading 1 до кінця тексту.

Оскільки формат DOCX не містить прямої інформації про кількість сторінок, цей метод використовує складний алгоритм. Спочатку документ конвертується у формат PDF за допомогою компонентів бібліотеки JODConverter - класів LocalOfficeManager та LocalConverter для запуску LibreOffice та подальшої конвертації. Після успішної конвертації застосовується метод getNumberOfPages() класу PDDocument з бібліотеки PDFBox для підрахунку сторінок у PDF-документі. Сформований реферат представляється у вигляді рядка, що містить фразу "Реферат: K стор., L рис., M табл., N джерел, P додатків", де K, L, M, N та P - відповідні кількісні значення елементів. Автоматичне формування реферату значно прискорює процес оформлення текстових робіт і зменшує ймовірність помилок при підрахунку елементів документа.

Варто зауважити, що застосування такого алгоритму можливе лише за умови отримання документу, в якому має бути використаний визначений перелік стилів, структура документа та оформлення таблиць, ілюстрації та заголовків має відповідати вимогам університету. Тому студенти мають отримувати шаблон для підготовки документів, що не є проблемою. А тому проблем із впровадженням цього алгоритму в практику підготовки документів немає.

СЕКЦІЯ 9
КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

9.2 ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ, АНАЛІЗ ДАНИХ ТА МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

FORECASTING THE POSSIBILITY OF A PANDEMIC

Balaba Y. A., Gomozov Y. P.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Overview of existing models of epidemic spread. The first model of epidemic spread is the so-called SIR model, in which the population is divided into 3 groups, the dynamics of which are described by a system of three differential equations. There is a modification of this model that links the dynamics of the epidemic with the influence of temperature. The second SEIR model is described by a system of four differential equations. The third SEIRD model is described by a system of five differential equations. There is also a modification of SEIRD based on an equation with a fractional derivative in time.

In recent years, there has been an increase in the popularity of agent-based or individual-based models of the spread of infectious diseases.

One of the simplest agent-based models is the epiDEM 4 model, built in the NetLogo modeling environment. The advantage of agent-based modeling is the ability to experiment with model parameters.

The above indicators used in these models refer to "Big Data".

All of the above factors are present in a large amount of open data and are well known.

Currently, deep learning methods [1], dynamic modeling with memory effects [2], reactive SEIRD models [3] and discrete fractional SEIRD models [4] are also used.

But all of these models study the development of the epidemic in specific countries and compare the consequences of the COVID-19 epidemic in them. That is, they do not model the COVID-19 pandemic itself.

Although open sources have studied the impact of socio-economic factors on the dynamics of the pandemic.

Problem statement. We attempted to make a discrete p-adic model of the possible emergence of a potential pandemic, taking into account climatic and socio-economic factors. So far, we have not collected enough information for numerical modeling.

References (translated):

1. Mohammad Masum, M.A. Masud, Muhaiminul Islam Adnan, Hossain Shahriar, Sangil Kim. Comparative study of a mathematical epidemic model, statistical modeling, and deep learning for COVID-19 forecasting and management. Socio-Economic Planning Sciences, https://doi.org/10.1016/j.seps.2022.101249

2. Michael Bestehorn, Thomas M Michelitsch, Bernard A Collet, Alejandro P Riascos, Andrzej F Nowakowski. Simple model of epidemic dynamics with memory effects. Physical Review E, 2022, ff10.1103/PhysRevE.105.024205ff. ffhal-03434033f

3. Menda K., Laird L., Kochenderfer M., Caceres R. Explaining COVID-19 outbreaks with reactive SEIRD models. 2021

4. Zbair M., Qaffou A, Chaerkaoui F, Hilal K. Bayesian Inference of a Discrete Fractional SEIRD Model. 2022

INSTANCE SEGMENTATION USING OPEN-SOURCE DEEP LEARNING MODELS FOR BIOLOGICAL STRUCTURES

Cherkashyna E. M., Lytvynenko S. Y., Kolbasin V. O.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Precise segmentation is vital in fields like biomedical imaging, but challenges remain due to biological complexity, imaging artifacts, and algorithm limits. This work aims to improve segmentation quality by merging open-source deep learning (DL) tools to reduce manual annotation time.

The article presents a comparative analysis of four deep learning-based bioimage processing methods. Those models represent the current state-of-the-art results, and cover a range of most widely-used segmentation approaches.

InstanSeg is an efficient, portable, and user-friendly embedding-based segmentation algorithm which uses a lightweight modified U-Net backbone [1]. StarDist predicts a star-convex polygon for every pixel, and thus efficiently handles situations of crowded cells [2]. Cellpose predicts heat diffusion from instance centroids, offering high accuracy across diverse image types and resolutions [3]. CellSeg1, built on the Segment Anything Model (SAM), generalizes well and achieves effective segmentation using just one training image [4].

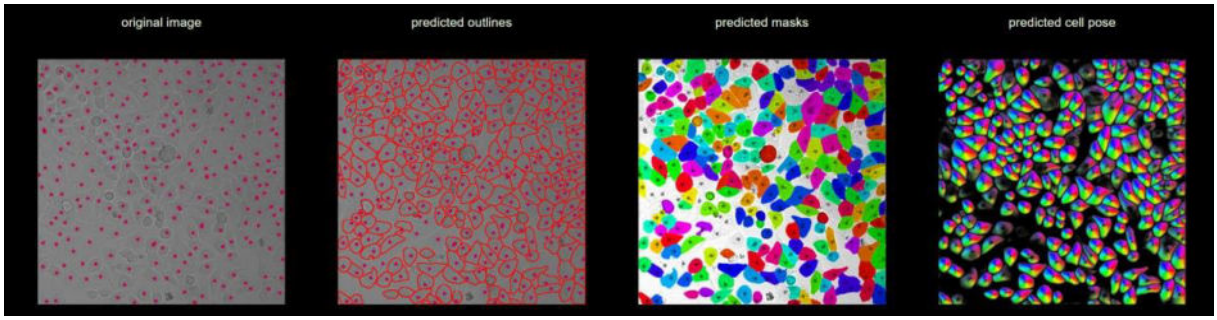


Figure 1 – Segmentation masks received from pretrained Cellpose model on a target dataset image

As shown in Fig. 1, pretrained models demonstrate high performance and are likely to achieve strong results in real-world tasks after preprocessing images and fine-tuning on target data.

References (translated):

1. Thibaut Goldsborough, Ben Philps, Alan O'Callaghan, Fiona Inglis, Leo Leplat, Andrew Filby, Hakan Bilen, Peter Bankhead, InstanSeg: an embedding-based instance segmentation algorithm optimized for accurate, efficient and portable cell segmentation, 2024.
2. Uwe Schmidt, Martin Weigert, Coleman Broaddus, Gene Myers, Cell Detection with Star-convex Polygons, 2018.
3. Carsen Stringer, Michalis Michaelos, Marius Pachitariu, Cellpose: a generalist algorithm for cellular segmentation, 2021.
4. Peilin Zhou, Bo Du, Yongchao Xu, CellSeg1: Robust Cell Segmentation with One Training Image, 2024.

CONTENT-BASED FAKE NEWS DETECTION

Datsenko S. S., Kuchuk H. A.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Social media has undoubtedly reshaped how we communicate and share information and has provided an opportunity for individuals and organizations to connect, express opinions, and distribute content to a wide audience. However, the speed of information flow and ease of sharing have [1] also brought about swift spread of the phenomenon of fake news, which has created enormous problems for our society.

Fake news detection strategies often involve a combination of different approaches with strengths and limitations. One approach is content-based analysis, which examines the linguistic and stylistic patterns in news articles to identify potential indicators of fake news. It can involve techniques such as analyzing the language and writing style, as well as verifying the credibility of the sources of this news. Another approach is to use semantic analysis, which can be employed to understand the meaning and context of the content or logical flaws that may signal misinformation.

While content-based analysis can effectively detect subtle linguistic cues and patterns, it requires large datasets for training and may need help to keep up with rapidly changing forms of fake news. Nevertheless, this idea is commonly used in news aggregators and automated content moderation systems, or it can be used in fact-checking platforms.

In addition, an interesting key strategy is social network analysis, which focuses on tracking the spread of news across social and media platforms to analyze user interactions and patterns of engagement. It is widely used in misinformation tracking [2].

Misinformation strategies continue to be valuable and require innovative solutions, so ongoing research efforts focus on developing more adaptable fake news detection systems. To sum up, these approaches are not mutually exclusive and are usually combined in hybrid models to utilize the strengths of different techniques.

This study proposes to appraise different combinations approaches and technologies for detecting fake information with certain parameters to study their strengths, limitations and practical applications.

References (translated):

1. V. Rajakumareswaran, S. Raguvaran, V. Chandrasekar, S. Rajkumar and V. Arun, "Deepfake detection using transfer learning-based Xception model", Advanced Information Systems, vol. 8, no. 2, pp. 89–98, 2024, doi: https://doi.org/10.20998/2522-9052.2024.2.10

2. Y. Shen, Q. Liu, N. Guo, J. Yuan and Y. Yang, "Fake News Detection on Social Networks: A Survey", Appl. Sci, vol. 13, article 11877, 2023.

MODERN METHODS OF MEASURING FINANCIAL RISKS

Gomozov Y. P., Holotaistrova H. O.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Financial risk is further understood as the so-called dynamic risk – possible losses or profits of investors in stock markets. The increasing complexity of the structure of such markets has caused the evolution of mathematical modeling of risk analysis. In problems with slowly changing current asset values, certain methods of analysis, calculation and risk management have developed. In the classical Efficient Market Theory, the main methods of risk analysis are optimization of the objective function, the main methods of solution are various methods of mathematical statistics, simulation modeling, and game theory. Further complication of the market structure and the emergence of new financial instruments made it impossible to determine the probabilities of possible states; an acceptable solution is sub optimization of the objective function; the main solution methods are stochastic programming methods, criteria methods (such as Pareto, Wald, Savage), and the VAR method.

Next came the Fractal Market Theory using methods of extrapolation forecasting in "continuous real time" – fractal geometry, fractal analysis of time series, R/S analysis, filtering methods and methods of cycle theory.

The real practice of recent years gives an increase in erroneous forecasts – the basic situation in the world differs significantly from the basic conditions even 10 years ago. Modern stock markets are included as nodes in the network of the world economy functioning in real time. New financial risks have also appeared. These risks can be called "stochastic information-behavioral".

In this regard, recently there have been works (for example, [1], [2]) that use Big Data, Machine Learning and Neural Networks to predict financial risks.

However, it follows from the general theory of dynamic systems that any such process has irremovable areas of chaos. In this case, this means the irremovable presence of structurally unstable markets.

Therefore, the methods of chaotic dynamics and bifurcation theory are more adequate mathematical apparatus than the methods mentioned above.

Using the approaches of econophysics and mathematical ecology, a p-adic analogue of the Kolmogorov-Sinai entropy and an analogue of the Hutchison-Wright equations in fractional derivatives were obtained as a risk measure.

References (translated):

1. M. Senthil Murugan, Sree Kala T. Large-scale data-driven financial risk management & analysis using machine learning strategies. doi.org/10.1016/j.measen.2023.100756

2. Arshi Naim. Application of Machine Learning Techniques to identify the Business Financial Risks. African Journal of Accounting, Economics, Finance and Banking Research Vol. 16 No. 16 2023.

RESULTS OF AUTOMATICALLY CREATING AN ANNOTATED DATASET

Kovalenko A. S., Severin V. P.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

The study investigates a methodology for the automated generation of annotated datasets from microscopic images of biological objects. The proposed approach is designed to facilitate the development of training data for machine learning models in the field of computer vision. The proposed method builds upon the CRISP-DM framework and comprises six stages: business understanding, data understanding, data preparation, modeling, evaluation, and deployment. These stages have been adapted to address the specific requirements of computer vision tasks. [1].

During the modeling stage, the method utilizes the k-means clustering algorithm to categorize biological objects based on their normalized area and average color characteristics. Unlike supervised methods, this unsupervised approach does not require pre-labeled data, making it highly effective in scenarios where annotations are unavailable. Microscopic images undergo preprocessing, including noise removal and color space transformation, followed by contour detection and feature extraction.

The pipeline was tested on blood smear images to detect and classify white blood cells (WBC), red blood cells (RBC), and platelets. A dataframe was generated containing object coordinates, types, and area measurements. Visualization of the results was implemented using Python libraries such as Pandas, OpenCV, and Matplotlib. Manual verification of 158 images is summarized using accuracy, precision, recall, and F1-score metrics: WBC achieved high performance across all metrics, with an accuracy of 0.9814, perfect precision (1.0), recall of 0.9814, and an F1-score of 0.9906, indicating a highly reliable classification; platelets showed strong results as well, with an accuracy of 0.8723, precision of 0.9767, recall of 0.8909, and an F1-score of 0.9318, reflecting good overall balance between precision and recall; RBC demonstrated relatively lower performance, with an accuracy of 0.7895, precision of 0.8392, high recall of 0.9302, and an F1-score of 0.8824, suggesting that while the model effectively detects most RBCs, some misclassifications still occur.

This approach offers several advantages compared to traditional manual methods of generating annotated datasets. Firstly, it is fully automated, enhancing both efficiency and scalability. Secondly, it is adaptable for use with various types of biological objects. Lastly, it considerably reduces the time required to produce an annotated dataset. The final output is a CSV file containing object annotations, which can be used to apply bounding boxes for training neural networks.

References (translated):

1. S. Kovalenko, S. Kovalenko, A. Kutsenko, M. Godlevskyi, V. Severin, A. Kovalenko, Methodology for Creating Annotated Datasets of Biological Objects in Microscopic Images, 2024 IEEE 5th KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek), Kharkiv, Ukraine, 2024, pp. 1-6,

METHODS FOR DETERMINING THE DEGREE OF HEART RATE INSTABILITY IN DIFFERENT TYPES OF FIBRILLATION USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Kovtun S. A.[1], Siniavina L. O.[2]

[1]*National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv*

[2]*Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv*

The development and optimisation of methods for assessing the degree of heart rate instability in different types of fibrillation (mainly atrial fibrillation) using advanced artificial intelligence (AI) tools to improve accuracy, speed of diagnosis and prediction of complication risk is a pressing issue today.

Atrial fibrillation is the most common type of arrhythmia, accompanied by a chaotic electrical impulse in the atria and irregular ventricular activity. This form of rhythm disorder considerably increases the risk of thromboembolism, stroke and heart failure. Traditional electrocardiography (ECG), despite its effectiveness, does not always allow rapid and accurate classification of the degree of CP destabilisation, especially in dynamic conditions.

Current heart rate analysis methods are based on a combination of statistical measures (e. g. SDNN, RMSSD), spectral analysis of heart rate variability and geometric approaches. However, artificial intelligence tools are increasingly used to detect complex fibrillation patterns that cannot be classified linearly.

In this study, the following methods are investigated and applied:

- Neural networks (CNN, LSTM) for real-time ECG signal processing and instability detection;
- Cluster analysis algorithms to divide ECG segments into typical rhythmic states (stable/instable/transient); - Deep learning to identify latent features of ECG segments;
- Deep learning to identify latent features that are difficult to detect manually;
- Explainable Artificial Intelligence (XAI) — to visualise the reasons for the decisions made by the models and give doctors confidence.

Of particular note is the creation of the Heart Rate Instability Index (HRI), an integral measure based on a combination of frequency, time and morphological characteristics of the ECG signal analysed by artificial intelligence models. HRI enables transient fibrillation states to be detected and their evolution predicted.

Modelling results based on open datasets (e. g. the MIT-BIH atrial fibrillation database) show that the use of AI increases the accuracy of fibrillation classification by 15-20% compared with conventional methods. This enables non-invasive real-time monitoring using portable devices.

Thus, the integration of AI into cardiac fibrillation analysis methods opens up new possibilities for early diagnosis, personalised prognosis and automated monitoring of the patient's condition.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE: SPECIAL QUALITIES AND THEIR INFLUENCE

Maidanevych L. O.
Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

The paper examines the following special properties of artificial intelligence (AI): 1) imprecision; 2) dynamism; 3) emergence; 4) learning.

The imprecision of AI is due to algorithms that choose certain solutions based on probability. These solutions are formulated without "critical thinking" because AI does not have a "worldview" (which a person has). Currently, AI cannot analyze information as a person does. AI is a simulacrum of human mental activity and wisdom (without intuition). One of the main reasons for this is that human language is ambiguous, contextual and often contains emotional nuances that an algorithm is not able to adequately interpret (construe). Therefore, AI can misunderstand a request and give a "plausible" (from a human point of view) answer. AI imprecision is normal. Therefore, it is important for users to be critical of the generated data, check facts and refine requests to improve the accuracy of the results.

The dynamism of AI is due to algorithms that are able to quickly change, develop and adapt information processing to new conditions, tasks and technological challenges. This quality of AI has a significant impact on the concepts of culture, humanism and the history of the further development of humanity.

Emergence of AI is the ability to generate results that were not programmed, such as recognizing errors in its own answers, decisions, or simulating creative content.

AI training is conditioned by the transition from the "human – AI tool" model to the "human – AI partner" model. This is made possible by the ability of artificial intelligence to process information much faster than humans, which, according to V. Glushkov, is an indicator of how unevenly matter and energy are distributed across space and time, reflecting the transformations that take place during all natural processes.

Also, for our study, we should take into account the explanation of the concept referred to as "artificial intelligence" presented in the Concept of Development of Artificial Intelligence in Ukraine. These systems are capable of processing data – either acquired externally or generated internally – while utilizing relevant techniques and resources to accomplish defined objectives [1].

Results of this study can be used for further theoretical and practical understanding of the AI phenomenon, primarily by applying transdisciplinary and interdisciplinary approaches.

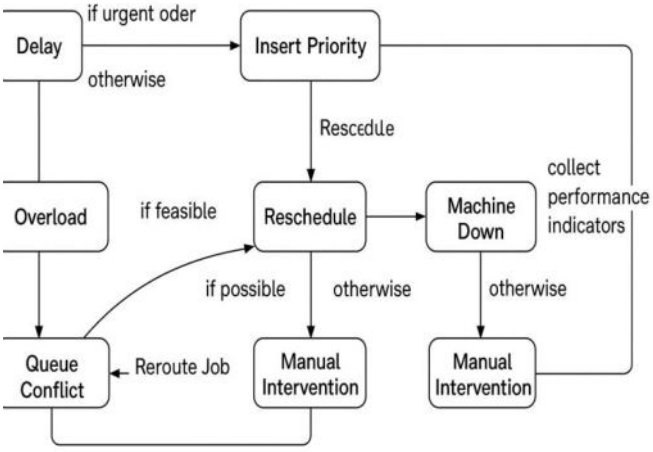
References (translated):

1. **Concept of development of artificial intelligence in Ukraine:** ***Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated 02.12.2020 No. 1556-p*** [Electronic resource]. – Available at: https://zakon.rada.gov.ua/go/1556-2020-%D1%80 (Accessed: 15 April 2025).

PRODUCTION SCENARIOS MODELING IN OPERATIONAL PRINTING BASED ON DIGITAL TWINS

Neroda T. V.
Institute of Printing Art and Media Technologies in Lviv Polytechnic National University, Lviv

The principal characteristics of the operational printing market segment include substantial variability in print runs, substrates, and technological operations required for the production of time-sensitive outputs. This diversity hinders the standardization of production flows. The emergence of numerous production scenarios is driven by fluctuations in order structures, equipment workload, and resource availability constraints. These factors impose stringent requirements on the flexibility of production processes and necessitate adaptive control mechanisms that respond dynamically to the current operational context at each production unit. The capability to analyze system behavior under variable conditions without costly intervention in real-world operations is ensured by production scenario modeling based on digital twins. Within the infrastructure of operational printing, this approach enables consideration of the specific characteristics of each order, facilitates rapid assessment of the impact of external and internal factors on the production cycle, and supports the timely formulation of alternative response strategies. The use of digital twins enhances the validity of management decisions, reduces the risk of downtime, and supports the adaptation of production to non-standard situations by accounting for the current state of resources and technical workload. A classical digital twin incorporates forecasting or adaptation mechanisms based on historical data or real-time metrics, enabling not only modeling of scenarios but also the optimization of system behavior in real time [1].



Consequently, the system constantly analyzes the state of the production environment (delays, overloads, queue conflicts, equipment status). This data is mapped to the corresponding input vertex of the map – a typical production situation. The digital twin algorithm evaluates it according to the criterion of feasibility (e.g., minimum downtime, maximum resource saved). Thus, a digital twin for operational printing can be represented as a combination of a simulation multi-agent model with a modular structure and data from production logs, visualized as a scenario-oriented behavior map.

References (translated):

1. Neroda T. Predictive maintenance algorithms stratification for the machinery fleet in operational printing. Automation and computer-integrated technologies in industry and education, Vol. 13, 2024.

LEVERAGING INSTANCE SEGMENTATION FOR DESCRIPTIVE STATISTICAL ANALYSIS OF FIBROBLAST CELL AREAS IN BRIGHTFIELD MICROIMAGES

Noskova K. D., Batiuchenko O. A., Glushchenko D. V., Baluka A. V., Ipatko K. O.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

The analysis of cell areas in brightfield microscopic images is a key step in modern biological research, as cell area is an important characteristic that allows us to assess functional processes, growth level, and the state of cell structures. However, the process of calculating cell area is often time-consuming and thus requires automation to increase research efficiency.

The aim of the study is to develop an automated approach for determining and describing cell areas in brightfield microimages. Our approach is based on YOLO11 model to perform instance cell segmentation using the Sliding Aided Hyper Inference (SAHI) approach. SAHI allows you to divide an image into smaller fragments using a sliding window [1], which provides more accurate cell segmentation even on scaled images. After segmentation, additional rule-based post-processing is applied to extract the descriptive statistics of the cell areas, such as mean, median, and quartiles [2]. Structural schema of the algorithm is shown in Fig.1:

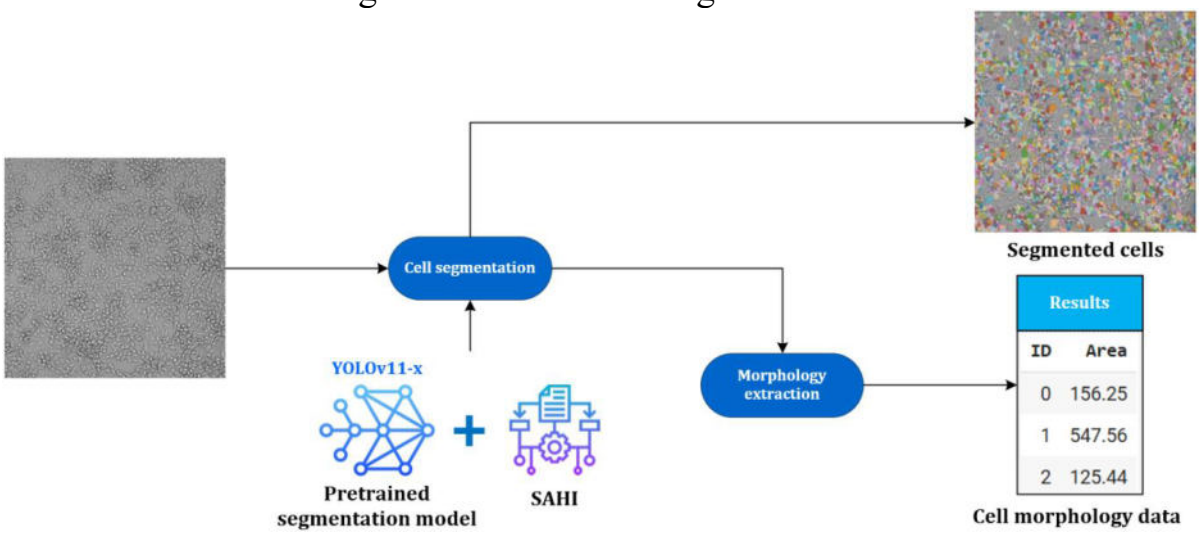


Fig.1 – Structural schema of our algorithm.

The proposed method can be used to further improve cell analysis, including the study of cell behavior under different conditions, and will become an important tool in biomedical research.

References (translated):

1. Minh H.Nguyen, Duong H.Le, Nam T.Nguyen. Sliding Window and Pseudo-labeling techniques for Cellular Segmentation. Proceedings of Machine Learning Research. URL: https://proceedings.mlr.press/v212/nguyen-hai23a.html.

2. Data-analysis strategies for image-based cell profiling / J. C. Caicedo et al. Nature Methods. 2017. Vol. 14, no 9. P. 849–863. URL: https://doi.org/10.1038/nmeth.4397

METHODS FOR CONSTRUCTING A PROBABILISTIC MODEL OF THE EFFECT OF DRUGS ON THE TIFFENEAU-PINELLI INDEX

Pohorielov S. V., Tishchenko K. M., Lyubchyk L. M.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

This study looks at the effects of various drugs on overall respiratory function, namely the Tiffeneau-Pinelli index, which is a key indicator of respiratory function and is defined as the ratio of forced expiratory volume in the first second (FEV1) to vital lung capacity (FVC). The normal value of the Tiffeneau-Pinelli index is 70-80%. The purpose of the work is to build a probabilistic model for calculating the probabilities that the actual values of the index of patients of different ages will lie within three defined limits: more than 70%, from 40 to 70% and below 40%, which will allow comparing the effect of drugs on the Tiffeneau-Pinelli index. The input data of the study are indicators of the Tiffeneau-Pinelli index for patients of different age groups who took different drugs, data of the mean value and standard deviation.

Beta distribution was used to calculate the probabilities of falling into groups with different levels of the Tiffeneau-Pinelli index [1]. Beta distribution is a continuous probability distribution that is used to model random variables lying within limits. Its probability density is determined by the formula:

$$f(x,\alpha,\beta) = \frac{1}{B(\alpha,\beta)} x^{\alpha-1}(1-x)^{\beta-1}$$

where: x – random variable; α, β – parameters of the distribution shape, which can be determined through the mean and variance of a random variable; $B(\alpha,\beta)$ – beta function. The calculation of the probabilities of the Tiffeneau-Pinelli index falling into the interval $(p_1; p_2)$ for each age of the patient is calculated using the formula:

$$P(p_1 \le X \le p_2) = \int_{p_1}^{p_2} f(x,\alpha,\beta)dx$$

Fig.1 shows an example of calculations

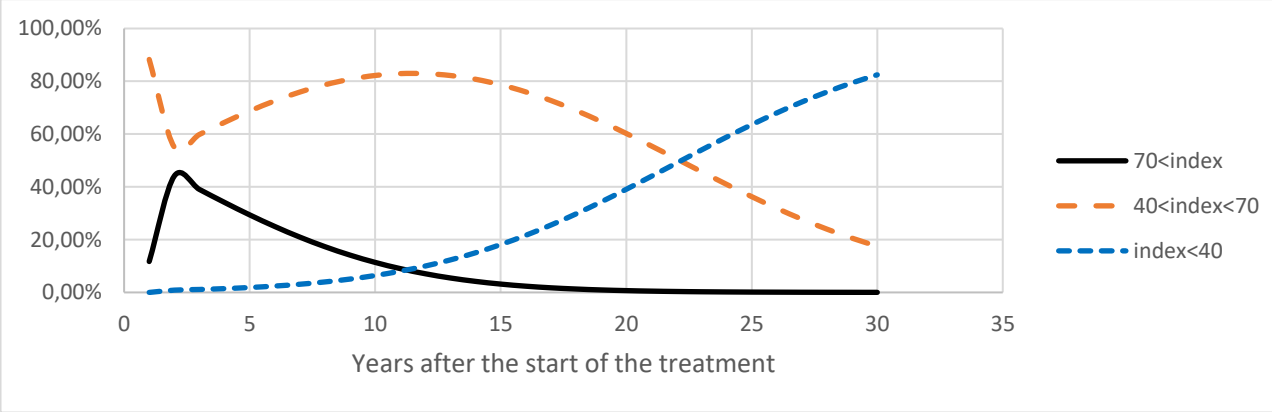


Fig.1. The value of the Tiffeneau-Pinelli index depending on the time

References (translated):

1. Olkin I., Gleser L.J., Derman C. Probability Models and Applications Revised 2nd Edition / September 2019 Pages: 732 *Columbia University, USA* https://doi.org/10.1142/10315

KNIME ANALYTICS PLATFORM: ACCELERATING DATA ANALYSIS THROUGH VISUAL PROGRAMMING

Pohorielov S. V., Tkachenko V. S., Aslandukov M. O.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

KNIME (Konstanz Information Miner) is a powerful open-source data analytics platform that enables users to create visual workflows for data processing, analysis, and visualization through an intuitive interface [1]. The platform excels at creating a symbiotic relationship between visual workflow design and traditional programming, allowing data professionals to achieve sophisticated analytical solutions in significantly less time.

The platform's visual workflow approach complements programming skills by enabling rapid prototyping and implementation of complex data operations. For programmers, KNIME offers the best of both worlds - the ability to leverage existing programming expertise through integrated Python, R, and Java nodes while accelerating development through pre-built components. This hybrid approach allows technical teams to focus their coding efforts on high-value, custom functionality while utilizing KNIME's extensive node library for standard operations, dramatically reducing development time.

KNIME's modular and extensible architecture features over 2,000 ready-to-use nodes for various data operations, with robust integration capabilities for popular programming languages, machine learning algorithms, deep learning libraries, and cloud technologies. The platform ensures transparency and reproducibility by maintaining a clear visual representation of the entire analytical process, facilitating easier troubleshooting and optimization. Collaboration features through KNIME Hub enhance team productivity, while the platform's scalability accommodates everything from small datasets to Big Data applications.

Despite its strengths, certain considerations exist. Complex workflows may require significant computational resources, and mastering the platform's extensive capabilities involves an initial learning investment. When working with extremely large data volumes, specialized big data solutions might sometimes offer performance advantages. While the core platform is free and open-source, some advanced enterprise capabilities are available only in commercial packages.

KNIME finds applications across diverse sectors including business analytics, scientific research, pharmaceuticals, manufacturing, finance, and marketing. For programming teams, KNIME serves as a productivity multiplier, enabling faster iteration, easier collaboration, and more efficient allocation of programming resources to complex challenges while handling routine data operations through visual workflows.

References (translated):

1. KNIME AG. (2024). KNIME Analytics Platform User Guide. Retrieved from https://docs.knime.com/latest/analytics_platform_user_guide/index.html#introduction

TRACKING THE MORPHOLOGY OF CELLULAR SPHEROIDS PRESENT IN BRIGHTFIELD MICROIMAGES

Ponomarov Ye. V.[1], Kuznetsova I. O.[1], Tatariants M. S.[1], Kolbasin V. O.[1], Bozhok G. A.[2]

[1]*National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv*

[2]*Institute for Problems of Cryobiology and Cryomedicine of the NASU, Kharkiv*

Tracking cellular spheroids (spheroidal cellular formations) when analyzing brightfield microscopy images, as well as processing their morphological parameters (diameter, area, volume), plays a crucial role in biological experiments. Yet, this task is notoriously time-consuming. Therefore, numerous attempts [1] have been made towards automation of the process.

The goal of this study was to create a machine learning model for automated tracking of spheroids and their morphology given sequential brightfield microimages. Structural schema of the algorithm is shown in Fig. 1:

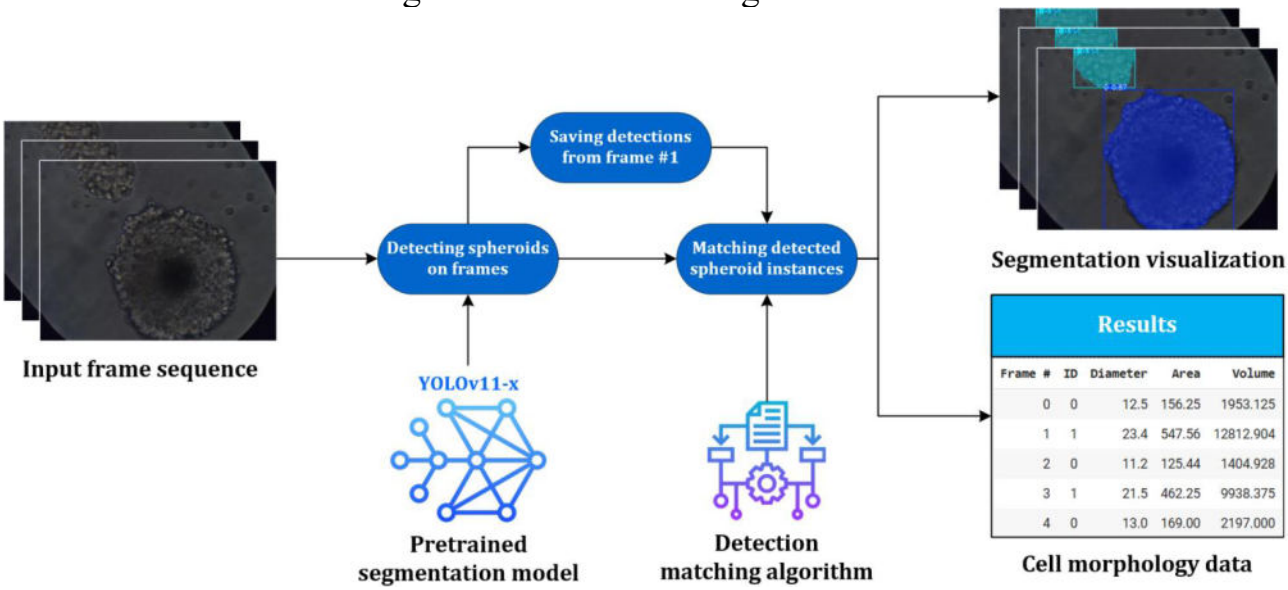


Fig. 1 – Spheroid morphology tracking pipeline schema

In this paper existing DL approaches were reviewed. Among them, tracking-by-detection seemed most reasonable, as it allowed to perform tracking by using a standard instance segmentation model supplemented by an additional strictly-defined algorithm, hence leading to fewer resources needed for both training and inference, while keeping the inference time low and the results' quality high enough [2].

The resulting tracker built upon a pre-trained YOLO11-x instance segmentation model and a custom tracking algorithm demonstrates State-Of-The-Art performance, achieving AP@50-95 of 87.1% on the test subset, while working well in resource-constrained environments. The model can be successfully used in biological research studies for the purpose of processing microimages of spheroids.

References (translated):

1. Prem Krishna Shrestha, Nicholas Kuang, Ji Yu, Efficient end-to-end learning for cell segmentation with machine generated weak annotations, 2023.

2. Kehao Du, Alexander Bobkov: An Overview of Object Detection and Tracking Algorithms, 2023.

ARTIFICIAL INTELIGENCE ASSISTANT FOR LEARNING OF OBJECT-ORIENTED PROGRAMMING

Reshetnik O. O.
Vinnitsa National Technical University, Vinnitsa

Generative AI is starting to reshape the way software is developed, bringing real boosts to productivity, accuracy, and even how people learn to code [1]. Tools that suggest code, catch errors as you type, or even handle testing automatically are making life easier for developers by cutting down on repetitive tasks. In addition, it becoming a great learning tool [2]. For students, AI can give targeted feedback and suggest cleaner, more efficient ways to write code.

Generative AI comes with its own set of challenges. One of the biggest is prompt engineering. A prompt is a special construction that works as an instruction for a GPT model. A clear, well-structured prompt can help guide the AI to deliver responses that match your expectations. A bad prompt can lead to vague or irrelevant answers, while a clear one can steer the AI toward useful, relevant help. It's especially important when the task involves teaching, tech support, or writing code, where the details really matter.

To explore how AI could help students learn to program, the AI assistant was developed focused on Object-Oriented Programming (OOP) [3]. It is built to work inside modern GPT-based tools using a system prompt approach. It was tested with ChatGPT, Gemini, and Grok. Also, it was deployed into the Azure cloud in the form of a separate application.

The assistant offers quick feedback, explains things in plain language, and walks students through examples and practice problems. The idea is to give students something more interactive than a textbook. As a result, this kind of support helps bridge the gap between learning concepts and actually applying them in code. In addition, the assistant may help with task decomposition, explanation, and resolution during practical work.

To sum it up, an AI-powered assistant can be a valuable asset in both software development and education. It helps with coding tasks and design and allows one to focus on creative problem-solving. On the education side, generative AI is also making a real impact by offering personalized learning and support.

References (translated):

1. Haindl P., Weinberger G. Does ChatGPT Help Novice Programmers Write Better Code? Results From Static Code Analysis – IEEE Access, Volume 12, 2024. – 114146 – 114156 pp. – ISSN 2169-3536

2. Chen L., Chen P., Lin Z. Artificial Intelligence in Education. – IEEE Access, Volume 8, 2020. – 75264 – 75278 pp. – ISSN 2169-3536

3. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 133141 UA. Літературний письмовий твір навчального характеру «Генеративний промпт для створення асистента для вивчення дисципліни об`єктно-орієнтованого програмування на основі штучного інтелекту» / О. О. Решетнік, Є. К. Завальнюк, О. Н. Романюк, О. Л. Бобко (Україна) ; Державна організація «Український національний офіс інтелектуальної власності та інновацій». Дата реєстрації 5 лютого 2025 р.

STOCK PRICES FORECASTING BASED ON HISTORICAL DATA

Reshetnyak Yu. B., Kostiuk O. V., Heliarovska O. A.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Equity investments are becoming widespread with the rapid development of the social economy and the continuous improvement of the stock market. Stock price forecasting methods based on numerical and textual data are at the forefront of data mining research.

Despite significant advances in stock market forecasting based on statistical models, the growing complexity of financial markets has led to the emergence of new data-driven forecasting technologies. Significant improvements in computing capabilities have made it possible to create modern forecasting methods, represented by machine learning and deep learning, as the main trends in stock market forecasting.

The goal of this paper is the stock price modelling and forecasting based on historical data. The initial data are the closing prices of companies stocks, one representative of each sector of the stock market. Data analysis, modelling and forecasting of time series dynamics are performed using the R language.

The paper investigates two types of forecasting models: ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average Model) [1] and BSTS (Bayesian Structural Time Series Model) [2], on the basis of which short-term (one work week) and medium-term (two work weeks) forecast values for the stock price of eleven companies representing all the stock market sectors are obtained. For each forecasting result obtained, a comparative analysis of both model types in terms of efficiency based on the MAPE (Mean Absolute Percentage Error) metric is performed.

The structures of the best ARIMA models, which were automatically selected using the AIC criterion, are quite diverse. The structures of BSTS models (specifications) consisted of one or two components; a larger number of components did not improve the quality of the model.

All the studied BSTS-model structures have shown satisfactory forecasting quality and, almost always, better efficiency compared to ARIMA models, so they can be recommended as a full-fledged tool for building short-term and medium-term forecasts for the stock price of companies with nonstationary and nonlinear time series.

The results obtained can be used to set up models and obtain short-term forecasts for similar time series, which will allow making informed decisions on business processes.

References:

1. R. J. Hyndman and Y. Khandakar. Automatic Time Series Forecasting: The forecast Package for R, J. Stat. Soft., vol. 27, no. 3, pp. 1-22, Jul. 2008. DOI:10.18637/jss.v027.i03

2. Scott, Steven and Varian, Hal. . Predicting the Present with Bayesian Structural Time Series. Int. J. of Mathematical Modelling and Numerical Optimisation. January 2014, SSRN Electronic Journal 5(1/2):4 - 23. DOI: 10.1504/IJMMNO.2014.059942

TECHNOLOGY FOR SOLVING ROUTING PROBLEMS UNDER UNCERTAINTY

Sira O. V., Sinitsyn R. S., Riabokon R. M.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

The traditional problem of managing transportation in "supplier–consumer" logistics systems is typically solved using standard linear programming methods. However, under the assumption of stochastic transportation costs, the application of this method becomes impossible. As an alternative, the technology of continuous linear programming [1] is proposed. This algorithm is implemented through an iterative procedure of successive improvement of the transportation plan. A method that reduces the procedure to a quadratic one is proposed. The resulting problem can be solved using well-known methods. Moreover, the original task is significantly extended to account for a practically important situation, where due to a small sample size of initial data, it is not possible to obtain sufficiently accurate analytical descriptions of the probability density functions of stochastic transportation costs. In this case, the available statistical data volume is only sufficient for estimating the first two moments of the unknown density functions.

To solve the problem under these circumstances, a minimax method for finding the transportation plan is proposed. The computational procedure consists of two steps. First, the problem is solved for the worst-case density distribution with known values of the first two moments. Then, in the second step, the best transportation plan is found. To identify such density functions, the mathematical apparatus of continuous linear programming is used. The direction for further research: consideration of the problem when the initial data are defined fuzzily [2].

Keywords: multidimensional routing problem, approximate algorithm, continuous linear programming.

References (translated):

1. Raskin L.G., Kirichenko I.O., Sira O.V. Applied Continuum Liner Programming. – Kh.:, 2014.-292 p.

2. Lev Raskin, Oksana Sira. PERFORMING ARITHMETIC OPERATIONS OVER THE (L–R)-TYPE FUZZY NUMBERS// Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2020. – Vol. 3, Issue 4. – P. 6-11. DOI: 10.15587/1729-4061.2020.203590

THEORETICAL ASPECTS OF OBTAINING RADIATION-RESISTANT CEMENTS BASED ON ALUMINATES, FERRITES AND BARIUM ZIRCONATES

Smirnov D. O., Ushakov D. R.

National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

The aim of our study is to theoretically verify whether aluminates, ferrites and barium zirconates can be used as a basis for the creation of cementitious materials with enhanced radiation resistance, to study their phase composition, physicochemical properties and resistance to ionizing radiation, taking into account the operating conditions of the nuclear industry, using modern digital technologies and artificial intelligence methods.

In the current operating conditions of nuclear facilities, in particular radioactive waste repositories and nuclear power plants, it is particularly important to use construction materials that can retain their properties under high ionising radiation. In recent years, cement compositions containing radiation-resistant phases such as aluminates, ferrites and barium zirconates have attracted the attention of scientists.

The calcium and barium aluminates ($CaAl_2O_4$, $BaAl_2O_4$) are characterised by high melting point, heat and radiation resistance, low hygroscopicity and good bonding properties.

Ferrites, in particular barium ferrite ($BaFe_{12}O_{19}$), are important components of special cements, which not only have structural stability but also the ability to absorb electromagnetic radiation.

Barium zirconates ($BaZrO_3$) are thermally stable materials with a perovskite structure and virtually non-degradable by radiation, making them promising for cement matrices.

The innovative direction of this study is the application of artificial intelligence (AI) methods, in particular machine learning, deep data analysis and neural network models, to predict the properties of cement systems. Using large amounts of experimental and theoretical data, AI algorithms allow us to

- model the optimal phase composition of cement depending on operating conditions;
- predict the degradation of the structure under different types of irradiation;
- identify microstructural changes affecting long-term stability;
- accelerate formulation selection without time-consuming and costly experiments.

Thus, the synergistic combination of classical materials science approaches and artificial intelligence tools can significantly improve the efficiency of developing radiation-resistant cements. In particular, the use of digital simulations that take into account microstructure parameters, phase thermodynamics and lifetime effects of ionizing radiation is promising.

ESTIMATION OF ROUND-OFF ERRORS IN SOLVING BOUNDARY VALUE PROBLEMS OF MATHEMATICAL PHYSICS

Tonitsa O. V.[1], Shangven Yin[1], Ozirna A. V.[2]
[1]*National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv*
[2]*Center of Vocational and Technical Education No. 1, Kharkiv*

When solving various practically important problems, such as boundary value problems of mathematical physics for partial differential equations, it is necessary to calculate derivatives of complex functions. To solve the problem of taking into account rounding errors, it is proposed to use constructive tools of interval analysis, which allow estimating rounding errors using automatic differentiation methods.

The computational process can be represented as r computational steps, each of which performs basic operations and stores their values in intermediate variables a_j [1]. The computational process is considered as a sequence of operations that are performed when calculating the value of a function. For a function with n variables, the computational process is represented as follows:

$$a_1 \leftarrow c_1(b_{11}, b_{12})$$
$$\ldots$$
$$a_j \leftarrow c_j(b_{j1}, b_{j2})$$
$$\ldots$$
$$a_r \leftarrow c_r(b_{r1}, b_{r2}).$$

The number of intermediate variables is equal to the number of computational steps, *r*. When calculating the value of a function, the result, as a rule, is approximate due to the occurrence of rounding errors. The execution of calculations taking into account rounding errors is considered [2].

The use of formulas for automatic differentiation of the algebra of differential tuples in interval analysis allows one to obtain constructive formulas for calculating the upper bound of rounding errors, absolute bounds of rounding errors, and probability estimates. The constructiveness of the method is that the obtained formulas are based on the use of automatic differentiation formulas from the algebra of differential tuples, which is used to solve the boundary value problem. This allows one to implement the process of solving the boundary value problem on the same calculations of derivatives and simultaneously take into account rounding errors, which optimizes the computational process.

References (translated):

1. Masao Iri, Koichi Kubota, Kazuto Murota. Geometrical optimization and fast automatic differentiation // Yugoslav Journal of Operations research – 1991. Vol. 2 – 121-134 p.
2. Huiskes M. Automatic Differentiation and Uncertainty Analysis // IIASA Interim Report. – 1998. – 43 p.

IMPROVING OPTIMIZATION PERFOMANCE WITH PARALLEL COMPUTING

Tonitsa O. V., Vaimiti Emmanuel Zhann Guesdon, Yamkovyi K. S.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Scientific and technological progress in many areas of human activity leads, on the one hand, to the expansion of the use of computing technology, and on the other hand, computing technology is used to solve more complete models when studying complex models and objects of modern technology. One way to improve productivity is to parallelize computations [1].

Parallelization transformation is usually performed in two stages. At the first stage, the parallelism of an algorithm or problem is "revealed" and recorded in some machine-independent form, and at as a program model, a directed graph G is considered, the set of vertices of which $V = \{v_1, v_2, ..., v_n\}$, $|v_n| = n$, corresponds either to individual operators of the original program or to elementary operators into which the operators of the original program are divided during syntactic analysis.

The set of directed arcs $u = \{u_1, u_2, ..., u_m\}$, $|u_m| = m$, corresponds to possible transitions between these operators. We will assume that the program graph G is an arbitrary cyclic graph with one input vertex v_1 and one output vertex - v_n, and at least one path from the input vertex to the output vertex passes through any vertex of this graph. In studies devoted to the optimization of calculations, an important place is occupied by works aimed at reducing the calculation time of repeating sections of programs, in particular, cycles.

This is due to the fact that the main time of solving many problems falls on repeating sections. One of the ways to optimize the calculation of cycles is based on the identification and use of patterns of information-logical connections between iterations. When analyzing parallelism, the information-logical mode of the section is "revealed". As a rule, when analyzing cyclic sections, "nests" are considered, that is, sequences of cycles nested one into another, and the concept of "iteration space" is introduced. Each iteration is characterized by the value of the vector $(i_1, ..., i_n)$, where i_k is the iteration execution number at the k-th nesting level. "Portions" of iterations that can be executed simultaneously are parallel planes of the iteration space.

References (translated):

1. Robert B. Schnabel. Parallel Computing in Optimization // Computational Mathematical Programming. – 2023. – p. 357 – 381
2. Huiskes M. Automatic Differentiation and Uncertainty Analysis // IIASA Interim Report. – 1998. – 43 p.

IMPROVING THE LOAD CAPACITY OF TORSION AXLES IN VEHICLE SUSPENSION USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Yatskovskyi Ye. I.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

The aim of the study is to develop efficient methods to improve the load carrying capacity of torsion axles used in vehicle suspensions by modelling and optimising geometric and material parameters using artificial intelligence (AI) methods.

Torsion axles are used as flexible elements in vehicle suspension systems to ensure energy efficiency and stability. The main problems limiting their lifetime are fatigue failures, local stress concentrations, inappropriate geometric parameters and the effects of varying operating loads. Traditional design and analysis methods are based on analytical and empirical evidence and do not take into account all the factors that influence the durability and strength of a component.

- In this context, a promising area is the use of artificial intelligence methods: neural networks, genetic algorithms, machine learning (ML) and deep learning (DL) models. The use of AI opens up the possibility of creating digital twins of torsos, which allow

- multi-factor optimization of axis shapes and sizes to minimize constraints;
- predict crack locations based on analysis of historical test data;
- predict shaft life based on actual operating parameters;
- analysis of the effect of different operating conditions (speed, temperature, vehicle weight, road conditions) on the behaviour of the structure;
- analyse the effect of different operating conditions (speed, temperature, road conditions) on the behaviour of the structure.

The use of deep learning algorithms based on numerical modelling data (Finite Element Method – FEM) allows to create training sets from training models that lead to optimal design solutions. The genetic algorithm works effectively for the task of topology optimization of torsion shafts, reducing weight while maintaining or increasing strength.

This paper demonstrates that integrating artificial intelligence technology into the torsion bar design process can shorten the development cycle, increase structural reliability, and improve vehicle performance. The introduction of intelligent methods will allow us to move towards a new generation of adaptive suspension systems that can autonomously respond to changes in load and predict whether maintenance is required.

References (translated):

1. Zhao R., Zhang Y., Xu J. Application of Deep Learning in Structural Health Monitoring of Automotive Components // Mechanical Systems and Signal Processing. – 2022.
2. Liu Y., Sun J., Song X. Intelligent optimization design for automotive suspension torsion bar using genetic algorithm. // Advances in Mechanical Engineering. – 2021.

AUTOMATIC BRIGHTNESS AND CONTRAST ENHANCEMENT OF GRAYSCALE IMAGES BASED ON POWER TRANSFORMATIONS

Yegorov A. A., Nikishyna O. Y.
Dnipro National University named by O. Honchar, Dnipro

It's often necessary to increase images contrast and brightness during their processing. However, it's complicated by significant differences in the characteristics of the original images, the presence of dark and light areas within a single image, and the usage of methods that require adjusting control parameters for the processed image. The usage of automatic methods for increasing brightness and contrast, for example, those described in [1], can lead to an increase in computational costs, which is not always acceptable.

The purpose of this work is to describe a method of automatic brightness and contrast enhancement of grayscale images based on a simple power transformation that does not require high computational costs.

Original grayscale image I is scaled to the range [0,1], after which the output image I^{out} is formed based on the application of the following power transformation: $I^{out} = I^{\left(I/(2+\bar{I}-I)\right)}$, where $\bar{I}$ is the average of the scaled input image I.

The experimental results were obtained on the example of processing a grayscale dark image, shown in Figure 1 a. The usage of the proposed transformation (Figure 1 b) allows us to achieve brightness enhancement and some contrast improvement without losing the grayscale correspondence with the original image.



a b

Figure 1 – Results of processing a grayscale dark image: a – source image (256x256); b – brightness and contrast enhancement

References (translated):

1. Yegorov A., Akhmetshina L. Optimizatsiya yarkosti izobrazheniy na osnove neyro-fazzi tekhnologiy : monografiya, Lambert, 2015. 139 P.

MODERN METHODS OF COUNTERING ATTACKS ON WIRELESS NETWORKS

Zamiesov K. S., Kramskyi A. A., Zaporozhets I. V.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

In today's digital environment, information security is becoming increasingly important, as the number and complexity of cyber threats are growing rapidly. Countering cyberattacks is one of the main ways to protect the network resource of information computer systems. Despite the fact that these systems have been in use for several decades, many highly qualified specialists are engaged in their development, and a large number of articles have been devoted to the creation of the corresponding scientific and methodological base, practical experience shows that measures to counteract network cyberattacks suffer from a number of significant shortcomings. The most important of them is the inaccuracy in recognizing the full scale of cyberattacks on networks, which is confirmed by known cases of successful hacking of computer security systems in many countries. In addition, incorporating known tools to counter network cyberattacks into national information security systems requires complex adaptation to different contexts of use. Artificial intelligence-based attacks that use powerful machine learning algorithms, neural networks and other advanced techniques to bypass traditional defenses pose a particular challenge. These attacks are becoming increasingly sophisticated and adaptive, making it harder to defend computer systems. Research shows that recognizing cyber attacks on networks relies on the use of artificial neural networks. This is due to the fact that leading cybersecurity vendors (Cisco and Symantec) have proven their ability to improve the effectiveness of using ANNs for such tasks, and have also proven the ability of neural network tools to adapt to different use cases. Methodological and theoretical basis for effective implementation of neural networks in SPAs is provided by theoretical developments and experience in creating computer security systems by Ukrainian and foreign scientists.

The development of effective neural models and methods for countering cyberattacks that adapt to operating conditions and ways to quickly respond to new types of cyberattacks is the main stage of our work to achieve this:

- analyze the capabilities of neural network means of countering cyberattacks on the network resources of information systems;
- to build a conceptual model of ensuring the effectiveness of neural network counteraction to cyberattacks;
- develop a model for the formation of parameters of initial examples;
- to develop a neural network model for countering cyberattacks using expert knowledge.

One of the main ways to develop these systems is to introduce methods for analyzing network traffic based on modern solutions of artificial neural network theory. To do this, it is necessary to develop a methodological framework for neural network recognition of network cyberattacks and to develop on this basis a method for creating a training sample and a method for creating appropriate neural network tools. In order to test the proposed solutions, it is advisable to develop a neural network system and conduct a study of its effectiveness.

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ТА ОПЕРАТИВНОСТІ МОДЕЛІ ВИЯВЛЕННЯ ВТОРГНЕНЬ

Абдуллін О. Р., Гавриленко С. Ю.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Забезпечення захисту комп'ютерних систем і мереж від вторгнень, шкідливого програмного забезпечення, різноманітних ризиків і загроз є однією з найважливіших проблем у сфері інформаційних технологій на сьогоднішній день. Це зумовлено постійним збільшенням обсягів шкідливого програмного забезпечення, а також ускладненням способів і типів вразливостей, що використовуються для реалізації загроз і несанкціонованих проникнень.

Виявлення та класифікація різних типів атак мають вирішальне значення для запобігання шкідливій діяльності в мережі. Необхідно мати систему, яка може виявляти та класифікувати ці атаки в режимі реального часу.

Метою даного дослідження є розробка методу підвищення якості та оперативності виявлення вторгнень в комп'ютерні системи та мережі.

У якості вихідних даних використано великий набір даних NF-UQ-NIDS-V2, який містить дані мережевого трафіку для виявлення вторгнень, що згенеровані з різних потоків мережевих налаштувань та включає різні типи атак. Він поєднує чотири набори даних (UNSW-NB15, BoT-IoT, ToN-IoT та CSE-CIC-IDS2018). Набір даних містить загалом 11 994 893 записи, з яких 9 208 048 (76,77%) є доброякісними потоками, а 2 786 845 (23,23%) – атаками, описується 43 ознаками, а його розмір становить 13,73 ГБ.

На етапі попередньої обробки даних виконано оцінку інформативності ознак та для подальшого застосування вилучено вісім найменш інформативних із них.

У якості класифікатора було обрано модель на основі градієнтного бустингу, яка є особливо є ефективною при роботі з незбалансованими даними та виконано її налаштування. Аналіз оперативності моделі показав що час класифікації моделі є значним. Для підвищення оперативності моделі запропоновано алгоритм циклічного перебору ознак, формування пулу ознак та оцінку якості моделі при цьому. Результати досліджень надали можливість сформувати пул із 16 ознак, використання якого зменшило F1-score моделі лише на 1,8%, одночасно підвищуючи оперативність моделі на 19%.

Література:

1. Rana S. Feature Selection and Importance Using XGBoost in Machine Learning. *Medium*. URL: https://medium.com/@mdshohelrana85/feature-selection-and-importance-using-xgboost-in-machine-learning-483c49a3cea9

НОВЕ ПОКОЛІННЯ 3D-КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ: ВІД NERF ДО GAUSSIAN SPLATTING

Безродний В. В.
Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків

Сучасні методи тривимірного комп'ютерного зору стрімко розвиваються, і серед них особливої уваги заслуговують нейромережеві підходи до відтворення сцен з обмеженої кількості зображень.

NeRF [1], представлений у 2020 році, використовує повнозв'язну нейронну мережу для моделювання сцени. Цей підхід дозволяє синтезувати нові ракурси складних сцен, оптимізуючи функцію, що відображає щільність та випромінювання в кожній точці простору. На вході модель отримує п'ятивимірні координати (x, y, z, θ, φ), що включають просторове положення та напрямок погляду, а на виході повертає щільність і колір. Незважаючи на високу якість зображень, NeRF має обмеження щодо швидкості рендерингу, потребує значних обчислювальних ресурсів та довгого часу на тренування.

У 2023 році було запропоновано метод 3D Gaussian Splatting [2], який представляє сцену як набір тривимірних гаусіан, кожна з яких характеризується позицією, орієнтацією, кольором та масштабом. Ключовою відмінністю є експліцитна форма подання сцени та використання диференційованого сплатингу, що дозволяє безпосередньо проектувати гаусіани на площину зображення. Цей підхід дозволяє досягти реалістичного рендерингу в реальному часі з меншою обчислювальною складністю, забезпечуючи високу якість зображення при значному скороченні часу тренування. Застосування даного методу стало можливим навіть на пристроях з обмеженими ресурсами, зокрема в інтерактивних системах та ігрових рушіях. Розвиток цієї технології привів до появи 4D Gaussian Splatting [3], який розширює GS для відтворення динамічних сцен у реальному часі. Для цього вводиться поняття часової змінності: кожен гаусіан деформується відповідно до часу за допомогою спеціальної деформаційної сітки. Архітектура включає часово-просторовий енкодер та багатоголовковий декодер, що дозволяє ефективно моделювати рух та зміну форми об'єктів на часовій шкалі.

Загалом, перехід від NeRF до Gaussian Splatting та його розширень демонструє зміну парадигми в області 3D-комп'ютерного зору.

Література:

1. NeRF: Representing Scenes as Neural Radiance Fields for View Synthesis. *arXiv.* / B. Mildenhal, P. Srinivasan, M. Tancik, [et al.]. 2020. URL: https://arxiv.org/pdf/2003.08934 (дата звернення: 18.04.2025).
2. 3D Gaussian Splatting for Real-Time Radiance Field Rendering. *arXiv.* / B. Kerbl, G. Kopanas, T. Leimkühler, [et al.]. 2023. URL: https://arxiv.org/pdf/2308.04079 (дата звернення: 18.04.2025).
3. 4D Gaussian Splatting for Real-Time Dynamic Scene Rendering. *arXiv.* / G. Wu, T. Yi, J. Fang, [et al.]. 2023. URL: https://arxiv.org/pdf/2310.08528 (дата звернення: 18.04.2025).

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СПОСОБІВ РОЗПІЗНАВАННЯ ПРОСТОРОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЕТАЛІ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРИСТРОЇВ З ПІДТРИМКОЮ LIDAR ТА ARKIT

Бондар Д. В., Басова Є. В., Водка О. О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сучасні тенденції Індустрії 4.0 вимагають інтеграції ефективних та економічно доцільних методів контролю якості продукції на малих та середніх виробництвах. Одним із перспективних напрямів у контролі якості з точки зору оцінки цілісності поверхні є використання пристроїв із вбудованими сенсорами LiDAR. У поєднанні із необхідним математичними моделями це може дозволити створити інформаційну технологію точного визначення просторових характеристик виробів та пошуку дефектів відповідальних поверхонь на основі оцифрованих даних.

Метою дослідження було проведення порівняльного аналізу методів розпізнавання тонких плоских деталей (товщиною 5–10 мм) із застосуванням технології ARKit на мобільних пристроях, оснащених сенсором LiDAR, з метою подальшого використання оцифрованих даних як джерела просторових характеристик. Оцінено ефективність різних API та структур ARKit для роботи з LiDAR, зокрема ARMeshAnchor, ARPlaneAnchor, raycastQuery та ARDepthData, для отримання інформації про об'єкти у виробничому середовищі. Для моделювання виробничих умов було обрано сцену, у якій пристрій перебував у статичному положенні на висоті 25–30 см. Ідея полягала в імітації виробничої лінії, де деталі переміщуються під пристроєм за допомогою механізованої подачі (наприклад, конвеєра).

Результати дослідження засвідчили, що методи ARMeshAnchor, ARPlaneAnchor та raycastQuery демонструють недостатню чутливість до тонких плоских об'єктів у виробничому середовищі. Це зумовлено перевищенням порогу похибки, закладеного у фільтрах відповідних механізмів обробки даних сенсором LiDAR. Зазначені методи орієнтовані переважно на виявлення об'єктів більших розмірів, таких як елементи інтер'єру або меблі. Єдиним ефективним підходом виявилося використання структури ARDepthData, яка забезпечила точні та релевантні просторові дані щодо положення деталі у вигляді карти глибини. Слід зазначити, що глибинна карта має обмежену роздільну здатність – 256 × 192 пікселі, що зумовлює необхідність попереднього аналізу сцени з метою локалізації деталі у відповідному просторі. Такий аналіз може бути реалізований шляхом використання зображення сцени в поєднанні з алгоритмами комп'ютерного зору.

Запропоновано гібридний підхід, який поєднує використання ARPlaneAnchor для визначення опорної поверхні, на якій розташована деталь, та ARDepthData для вимірювання її просторових параметрів. Застосування алгоритмів аналізу на основі 2D-зображень у межах цього підходу дає змогу ефективно ідентифікувати поверхневі дефекти деталей та їхніх елементів.

ЧИСЕЛЬНИЙ АНАЛІЗ МЕТОДОМ ДВОБІЧНИХ НАБЛИЖЕНЬ ОДНОВИМІРНОЇ ЗАДАЧІ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ З ЛІНІЙНИМ КОЕФІЦІЄНТОМ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ ТА ЕКСПОНЕНЦІАЛЬНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ТЕПЛА

Василишин К. В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків

У роботі розглядається одновимірна задача:

$$-\frac{d}{dx}\left(T\frac{dT}{dx}\right) = \lambda e^{T},\ x \in (0,\ 1),\ T(0) = T(1) = 0. \quad (1)$$

Заміна $u = \frac{1}{2}T^2$ зводить задачу (1) до задачі

$$-\frac{d^2u}{dx^2} = \lambda e^{\sqrt{2u}},\ x \in (0,\ 1),\ u(0) = u(1) = 0. \quad (2)$$

Інтегральне рівняння, що є еквівалентним задачі (2), матиме вигляд

$$u(x) = \lambda \int_0^1 G(x,s)e^{\sqrt{2u(s)}}ds, \quad (3)$$

де $G(x,s)$ – відповідна оператору задачі (2) функція Гріна.

Рівняння (3) розглядатимемо як операторне рівняння у просторі $\mathrm{C}[0,1]$, напівупорядкованому конусом невід'ємних функцій [1]. Інваріантний конусний відрізок шукатимемо у вигляді $< v_0, w_0 >=< 0, \beta >$. Тоді для визначення β матимемо нерівність $\lambda \int_0^1 G(x,s)e^{\sqrt{2\beta}}ds \le \beta, x \in [0,1]$, яка зводиться до вигляду

$$M \cdot \lambda e^{\sqrt{2\beta}} \le \beta, \quad (4)$$

де $M = \max\limits_{x\in[0,1]} \int_0^1 G(x,s)ds = \frac{1}{8}$. Якщо $\lambda \le 16e^{-2}$, то нерівність (4) виконується для $\beta \in [\underline{\beta}, \overline{\beta}]$. Ітераційна схема з двобічним характером збіжності для задачі (2) матиме вигляд

$v^{(k+1)}(x) = \lambda \int_0^1 G(x,s)e^{\sqrt{2v^{(k)}(s)}}ds, \quad w^{(k+1)}(x) = \lambda \int_0^1 G(x,s)e^{\sqrt{2w^{(k)}(s)}}ds, \quad k = 0,1,\ldots$

$$v^{(0)}(x) = 0, \quad w^{(0)}(x) = \underline{\beta}.$$

Якщо $\max\limits_{x\in[0,1]}(w^{(k)} - v^{(k)}) < 2\varepsilon$, то за наближений розв'язок заадчі (1) вважатимемо функцію $T^{(k)} = \sqrt{2u^{(k)}}$, де $u^{(k)} = \frac{w^{(k)}+v^{(k)}}{2}$.

Література:

1. Сидоров М.В. Метод двобічних наближень розв'язання першої крайової задачі для нелінійних звичайних диференціальних рівнянь на основі використання функції Гріна. *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. 2019. № 1 (48). С. 57-66.

СИМУЛЯЦІЯ МІКРОПОДРЯПИН НА ПЛОСКИХ ДЗЕРКАЛЬНИХ ПОВЕРХНЯХ

Галуза О. А., Ковальов О. М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У умовах стрімкого розвитку високотехнологічних галузей, таких як прецизійна оптика, мікроелектроніка та матеріалознавство, де якість поверхонь відіграє ключову роль, вивчення, моделювання та діагностика мікродефектів стають критично важливими завданнями для забезпечення надійності та довговічності систем і виробів. Ця робота присвячена розробці математичної моделі топографії плоскої поверхні з мікроподряпинами для створення реалістичних синтетичних поверхонь.

Створена в роботі модель базується на синтезі поперечного перерізу подряпини із заданими параметрами: глибина, ширина зони впливу (поперечний перехід від подряпини до гладкої поверхні) тощо, з подальшою інтерполяцією кубічними сплайнами [1]. Форма подряпини задається за допомогою випадкових зміщень профілю на кожному наступному кроці відносно попереднього. Зміщення генеруються як шум Перліна [2], що забезпечує реалістичність траєкторії подряпини. Для отримання реалістичних профілів подряпини в різних поперечних перерізах у модель додано поздовжню синусоїдальну модуляцію глибини подряпини, а також нелінійні функції затухання (експоненційна та косинусна), які формують реалістичні зони впливу дефекту.

Розроблена модель реалізована у вигляді програмного додатка, який має два режими роботи: інтерфейсний і пакетний. В інтерфейсному режимі додаток дозволяє довільно задавати параметри моделі, синтезувати модель поверхні, відображати її у вигляді 3D-поверхні, зберігати як модель (у вигляді матриці висот), так і її зображення.

У пакетному режимі додаток генерує множину поверхонь із різноманітними дефектами. Кількість поверхонь і діапазони зміни параметрів задаються у зовнішньому файлі-завданні. У цьому режимі додаток може бути використаний для синтезу навчальної вибірки для попереднього тренування нейронних мереж, призначених для діагностики поверхонь, зокрема, методами атомної силової мікроскопії, різноманітними оптичними методами.

Синтетичні карти висот порівнювалися з даними атомної силової мікроскопії. Порівняння показали високу візуальну реалістичність створеної моделі. Розвитком цієї моделі буде врахування ефектів, пов'язаних із фізичною природою конкретних дефектів.

Література:

1. Lyche T., Manni C., Speleers H. Foundations of Spline Theory: B-Splines, Spline Approximation, and Hierarchical Refinement // Lecture Notes in Mathematics. - 2018. – Vol. 2219. – P. 1-76. https://doi.org/10.1007/978-3-319-94911-6_1

2. Lagae A., Lefebvre S., Cook R. et al. A Survey of Procedural Noise Functions // Computer Graphics Forum. – 2010. – Vol. 29, Issue 8. – P. 2579-2600. https://doi.org/10.1111/j.1467-8659.2010.01827.x

КЛАСИФІКАЦІЯ МІКРОДЕФЕКТІВ ДЗЕРКАЛЬНИХ ПОВЕРХОНЬ ЗА ІНТЕРФЕРЕНЦІЙНИМИ ЗОБРАЖЕННЯМИ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ НЕЙРОМЕРЕЖЕВИХ МОДЕЛЕЙ

Галуза О. А., Савченко А. О., Малєєв О. С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У високоточних оптичних системах якість поверхні компонентів, зокрема дзеркал, має вирішальне значення для досягнення заданих характеристик формування хвильового фронту. Одним з методів контролю якості дзеркал є оптична мікроінтерферометрія, зокрема, з використанням інтерферометра Лінніка [1]. Традиційні методи візуального контролю, що передбачають ручний аналіз інтерференційних зображень, є повільними, суб'єктивними та не завжди достатньо надійними для виявлення субмікронних дефектів, таких як поодинокі або множинні подряпини, окремі невеликі вм'ятини тощо. У цій роботі запропоновано метод автоматизованого виявлення та класифікації таких дефектів за допомогою алгоритмів глибокого навчання, що дозволяє значно підвищити ефективність процесу контролю якості.

Як архітектуру моделі було використано MobileNetV2 з попереднім навчанням на базі зображень ImageNet [2], адаптовану до задачі за допомогою тонкого налаштування останніх шарів. Також було застосовано методи аугментації даних, шари нормалізації та Dropout для підвищення здатності моделі до узагальнення.

Для навчання нейромережевої моделі було створено синтетичну вибірку з 9000 інтерференційних зображень, згенерованих за допомогою програмного забезпечення на основі математичної моделі інтерферометра Лінника та моделей поверхонь з типовими дефектами. Вибірка включала три класи: ідеально плоскі поверхні, поверхні з однією подряпиною та поверхні з численними подряпинами. Далі модель було донавчено з використанням 100 реальних зображень.

Створена модель продемонструвала точність класифікації на рівні 96% на синтетичних даних та 82,7% на реальних інтерференційних зображеннях. Найкращі результати досягнуто для плоских поверхонь, а найбільші труднощі – при класифікації поверхонь із множинними дефектами через шум та артефакти реального середовища. Запропонований підхід демонструє значний потенціал для інтеграції в промислові системи контролю якості оптичних компонентів, а подальші дослідження спрямовані на підвищення реалістичності навчальної вибірки та розширення типів розпізнаваних дефектів.

Література:

1. Galuza O.A., Belyaeva A.I., Kudlenko A.D. Interferometric complex for study of radiation effects on a state of metal surfaces // Metallofizika i Noveishie Tekhnologii. – 2009. – Vol. 31, Issue 6. – P. 791-804.

2. Krizhevsky A., Sutskever I., Hinton G. ImageNet classification with deep convolutional neural networks // Communications of the ACM. - 2017. - Vol. 60, No. 6. - P. 84-90. DOI: https://doi.org/10.1145/3065386

ПРОГРАМНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ОЦІНКИ ЯКОСТІ СИСТЕМИ СТАБІЛІЗАЦІЇ СПЕЦІАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ, ЩО ВСТАНОВЛЕНО НА РУХОМИХ ЗАСОБАХ

Галуза О. А., Ахієзер О. Б., Процай Н. Т., Погорелов С. В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сучасні рухомі об'єкти, як військового, так і цивільного призначення (бойові машини, безпілотні літальні апарати тощо), вимагають високоточних систем стабілізації спеціального обладнання (озброєння, сенсорні системи, вантажні платформи тощо) для забезпечення їх ефективності в умовах руху та зовнішніх збурень. Метою роботи є розробка математичного, алгоритмічного та програмного забезпечення для оцінки якості системи стабілізації на основі обробки відеопотоку з відеокамери, синхронізованої зі стабілізованим обладнанням.

У роботі використовується підхід, заснований на аналізі кута відхилення пов'язаної з обладнанням мітки на екрані від стаціонарного нерухомого об'єкта на поверхні (цілі), відносно якої здійснюється стабілізація, у процесі руху транспортного засобу.

Таким чином, вхідними даними є відеоряд, отриманий у процесі руху транспортного засобу відносно цілі, а також такі параметри, як розмір цілі, початкова відстань до неї, роздільна здатність і частота відеокамери.

Оцінка якості системи стабілізації здійснюється в два етапи: 1) покадрове визначення положення цілі та обчислення її відхилень від нерухомої мітки в двох площинах; 2) аналіз часових рядів відхилень для визначення статистичних характеристик відхилень.

Визначення положення цілі на кадрі здійснюється за допомогою трекера CSRT (Channel and Spatial Reliability Tracker) [1], який відслідковує ціль на кадрі та обчислює її кути відхилень у горизонтальній та вертикальній площинах. Перед статистичним аналізом рядів відхилень з них видаляється регулярна компонента за допомогою методу ковзного середнього локальних екстремумів [2]. Після цього для кожної площини обчислюється міра якості стабілізації – медіана відхилень.

Розроблені алгоритми реалізовані у вигляді програмного додатку, який дозволяє в режимі реального часу оцінювати якість стабілізації. Додаток має зручний інтерфейс користувача, що забезпечує відображення вихідних даних та всіх поточних результатів, а також дозволяє зберігати результати аналізу у вигляді звіту у PDF-файлі.

Література:

1. Lukežič A., Vojíř T., Zajc L., Matas J., Kristan M. Discriminative Correlation Filter Tracker with Channel and Spatial Reliability // International Journal of Computer Vision. – 2018. – Vol. 126. – P. 671-688. DOI: https://doi.org/10.1007/s11263-017-1061-3

2. Hall P., Peng L., Yao Q. Moving-maximum models for extrema of time series // Journal of Statistical Planning and Inference. – 2002. – Vol. 103, Issues 1–2. – P. 51-63. DOI: https://doi.org/10.1016/S0378-3758(01)00197-5

МЕТОД БАГАТОВИМІРНОГО СИНГУЛЯРНОГО СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛІЗУ В ПРОГНОЗУВАННІ БАГАТОКАНАЛЬНИХ ЧАСОВИХ РЯДІВ

Гардер С. Є., Барбашева К. Д., Корніль Т. Л.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Багатовимірні (багатоканальні) часові ряди складаються з кількох пов'язаних між собою одномірних часових рядів, що дозволяє аналізувати взаємозв'язки між параметрами. Багатовимірний сингулярний спектральний аналіз (M-SSA) став потужною та універсальною технікою для їх аналізу та прогнозуванню. Цей метод дозволяє ефективно обробляти декілька часових рядів одночасно, що може бути критично важливим для прийняття рішень у реальному часі.

На відміну від класичних підходів, M-SSA дозволяє проводити комплексний аналіз, виявляючи приховані структурні закономірності та тренди, які залишаються поза увагою традиційних методів.

Метою даної роботи було дослідження в галузі застосування багатоканального сингулярно-спектрального аналізу для прогнозування взаємопов'язаних часових рядів на прикладі криптовалют Bitcoin, Ethereum та Litecoin.

В дослідженнях використовувалися різновиди M-SSA. Ці методи спираються на декомпозицію Кархунена-Леве, що дозволяє розкладати часові ряди на набір ортогональних компонентів. Це включає діагоналізацію лаг-коваріаційної матриці, що, в свою чергу, дозволяє виявляти тренди, осциляційні патерни та шум у даних [1].

Створено програмний продукт, який реалізує кроки методу, проведено аналіз і прогноз, інтерпретовано отримані результати розрахунків, визначено переваги та обмеження методу.

M-SSA продемонстрував свою ефективність у виявленні та моделюванні основних трендів та циклічних компонентів у динаміці цін Bitcoin. Реконструкція Bitcoin виявилась високоякісною, з чітким відображенням ключових цінових рухів. Але для Ethereum реконструкція виявилась менш точною. На основі відновленого ряду виконано прогнозування на кілька наступних тактів часу, що дозволило порівняти ефективність і точність різних методів аналізу.

Література:

1. Hožič M. Karhunen–Loève decomposition of peripheral blood flow signal, 2000. Режим доступу: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378437100000704 A. Osborn 2.

2. Applied Imagination-Principles and Procedures of Creative Writing. 2012. Режим доступу: https://books.google.de/books?hl=uk&lr=&id=CHx8CgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT14&ots=bzajZ3mqKD&sig=GNBSke5K9IJDAivlXL9QdVL6ZO4&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ КВАЗІФУНКЦІЙ ГРІНА-РВАЧОВА ПРИ ПОБУДОВІ ДВОБІЧНИХ НАБЛИЖЕНЬ ДО РОЗВ'ЯЗКУ КРАЙОВОЇ ЗАДАЧІ ДЛЯ НАПІВЛІНІЙНОГО РІВНЯННЯ ЧЕТВЕРТОГО ПОРЯДКУ, ЩО Є МАТЕМАТИЧНОЮ МОДЕЛЛЮ МІКРОЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОЇ СИСТЕМИ

Гвоздєв М. І.

Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків

Мікроелектромеханічні системи (MEMS) з електростатичним керуванням є мініатюрними механічними пристроями, що поєднують електроніку та механіку на мікроскопічному рівні. Вони виготовляються за допомогою технологій, подібних до тих, що використовуються в мікроелектроніці, і можуть бути використані в різних застосуваннях, таких як сенсори, актуатори, мікрофони, акселерометри тощо. Завдяки своїм властивостям MEMS з електростатичним керуванням стали важливими компонентами сучасних технологій, а отже, актуальною є наукова задача їх математичного моделювання.

Типовою MEMS є пристрій, що складається з жорсткої провідної заземленої пластинки, над якою підвішена затиснута деформівна мембрана, яка покрита тонкою провідною плівкою. Якщо мембрана має форму Ω, то за певних припущень математичною моделлю розглядуваного процесу є задача Нав'є для напівлінійного рівняння четвертого порядку еліптичного типу [1]:

$$B\Delta^2 u - T\Delta u = \frac{\lambda}{(1-u)^2}, \boldsymbol{x} = (x_1, x_2) \in \Omega, \quad (1)$$

$$0 < u(\boldsymbol{x}) < 1, \boldsymbol{x} \in \Omega, \quad (2)$$

$$u|_{\partial\Omega} = \Delta u|_{\partial\Omega} = 0, \quad (3)$$

де u – прогин мембрани.

Поклавши $u_1 = u$, $u_2 = -\Delta u$, зведемо задачу (1) – (3) до системи

$$-\Delta u_1 = u_2, -B\Delta u_2 + Tu_2 = \frac{\lambda}{(1-u_1)^2}, \boldsymbol{x} \in \Omega, \quad (4)$$

$$u_1|_{\partial\Omega} = u_2|_{\partial\Omega} = 0. \quad (5)$$

Використовуючи метод квазіфункцій Гріна-Рвачова [2] від крайової задачі (4), (5) можна перейти до еквівалентної системи інтегральних рівнянь Урисона, до розв'язку якої будуються послідовні наближення з двобічним характером збіжності.

Роботу запропонованого методу продемонстровано на тестовому прикладі задачі (1), (2), що розглядається в області $\bar{\Omega} = \{(x_1, x_2): 0 \le x_1, x_2 \le 1\}$.

Література:

1. Laurençot P., Walker C. A fourth-order model for MEMS with clamped boundary conditions. *Proceedings of the London Mathematical Society*. 2014. Vol. 109. № 6. P. 1435 – 1464.

2. Sidorov M.V. Method of two-sided approximations for finding positive solutions of boundary value problems for semilinear elliptic systems: the use of the Green-Rvachev's quasi-function. *Journal of Numerical & Applied Mathematics*. 2018. № 2 (128). P. 96 – 113.

МОДЕЛЮВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ІНФОРМАТИВНИХ СКЛАДНИКІВ ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАМ

Геляровська О. А.[1], Біндюг С. А.[2], Коломойська Н. Є.[3]
[1]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків
[2]Харківський національний автомобільно-дорожній університет, м. Харків
[3]Харківький фаховий автотранспортний колледж, м. Харків

Серцево-судинні захворювання (ССЗ) і надалі залишаються однією з основних причин смертності в усьому світі, що зумовлює їхню надзвичайну актуальність у сучасному суспільстві. У зв'язку з цим особливого значення набуває вдосконалення методів діагностики та моніторингу функціонального стану серцево-судинної системи.

Електрокардіографія (ЕКГ) є одним із найбільш доступних та ефективних методів дослідження, який дозволяє оперативно отримувати інформацію про електричну активність серця. Застосування сучасних технологій цифрової обробки сигналів [1], зокрема автоматизованих систем, дає змогу значно прискорити процес аналізу та знизити ризики помилок, пов'язаних з людським фактором. До ключових етапів такого аналізу входять фільтрація сигналу [2], розпізнавання характерних ознак, обчислення параметрів та їх інтерпретація.

Метою цієї роботи є виявлення інформативних характеристик електрокардіосигналу (ЕКС) – таких як сегменти, зубці та інтервали – з подальшим використанням цих ознак для діагностики можливих патологій серця. У межах дослідження реалізовано завдання вибору та налаштування методів попередньої обробки сигналів, розроблено алгоритми виділення ключових елементів ЕКС і проведено тестування ефективності розробленої програми в середовищі MATLAB.

Результати експериментів продемонстрували, що використання фільтра Баттерворта дозволяє ефективно пригнічувати високочастотні шуми, що покращує якість ЕКГ-сигналу. Метод поліноміальної апроксимації другого порядку забезпечив успішне усунення дрейфу ізолінії, що сприяло підвищенню стабільності отриманих даних. Застосування алгоритмів на базі дискретного вейвлет-перетворення дозволило точно виділяти такі діагностично значущі компоненти, як комплекси QRS, хвилі P і T, що забезпечило збільшення точності та оперативності автоматизованого аналізу ЕКГ.

Запропонований підхід має потенціал для впровадження в сучасні автоматизовані системи ЕКГ-аналізу, що може сприяти підвищенню якості медичної діагностики, скороченню часу обробки сигналів і загальному покращенню медичних послуг.

Література:

1. Хвильові перетворення у медичних дослідженнях: теорія та застосування // Вісник Харківського політехнічного університету. – 2021. – С. 55–63.
2. Фільтрація біосигналів у медичних пристроях // Журнал "Технічна електроніка і автоматизація". – 2022. – С. 22–29.

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ ПРИ СХЕМУВАННІ ВЕЛИКИХ МОВНИХ МОДЕЛЕЙ

Герасимчук В. М.
Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів

У сучасному поліграфічному виробництві забезпечення стабільної якості друку є одним із ключових чинників конкурентоспроможності. В умовах оперативного цифрового друку, де партії можуть бути мінімальними, а вимоги до точності кольоропередачі й рівномірності нанесення фарби – максимальними, традиційні методи контролю якості стають недостатньо ефективними. Особливо актуальним є завдання своєчасного виявлення й класифікації дефектів відбитків, яке потребує як візуального аналізу, так і глибокого контекстного розуміння причин відхилень.

Інтелектуальні системи контролю, що базуються лише на обробці зображень, часто обмежуються виявленням факту наявності дефекту без здатності інтерпретувати його походження або зв'язати з параметрами технологічного процесу. Для подолання цих обмежень у представленому дослідженні пропонується підхід, що поєднує можливості комп'ютерного зору із потенціалом великих мовних моделей (LLM). На відміну від вузькоспеціалізованих алгоритмів, мовні моделі здатні аналізувати як текстову документацію (технічні регламенти, стандарти якості, історичні звіти про брак), так і супроводжувальні описи до візуальних даних. Це дозволяє формувати інтелектуальну надбудову над системами комп'ютерного зору, яка забезпечує не лише автоматичну ідентифікацію типових дефектів, але й аргументовану інтерпретацію їх походження. В умовах цифрової поліграфії, де кожен відбиток містить унікальні елементи дизайну, а кількість можливих дефектів є варіативною, LLM виступає універсальним інструментом, що гнучко адаптується до нових ситуацій без потреби жорсткого перепрограмування.

Інтеграція таких моделей у процеси контролю якості дозволяє значно підвищити гнучкість, масштабованість і самонавчання систем, знижуючи залежність від людського чинника й покращуючи обґрунтованість прийняття рішень на основі накопиченого досвіду. Таке поєднання дозволяє не лише фіксувати дефекти на зображенні відбитка, а й співставляти їх із відповідною технічною документацією, стандартами якості та архівними шаблонами браку. Такий мультимодальний підхід відкриває нові можливості для побудови інтерпретованих систем аналізу якості, здатних автоматично формулювати пояснення, наприклад: «Виявлений дефект відповідає кейсу з архіву № 134 і пов'язаний із порушенням температурного режиму в зоні друку». Такий рівень інтелектуалізації не лише покращує точність діагностики, але й дозволяє реалізувати принцип зворотного зв'язку для оперативного коригування параметрів друку в реальному часі.

Література:

1. Герасимчук В. Методика побудови теплової карти детермінування якості поліграфічного замовлення. *Друкарство молоде,* №25

РОЗРОБКА СИСТЕМИ ПРОГНОЗУВАННЯ ЦІН НА ФОНДОВОМУ РИНКУ З ВИКОРИСТАННЯМ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ТА ВЕЛИКИХ МОВНИХ МОДЕЛЕЙ

Гімонов М. М., Мєтєльов В. О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В умовах зростаючої динаміки та волатильності фондового ринку традиційні методи аналізу часто виявляються недостатньо точними. Метою даної роботи є створення інноваційної системи прогнозування, яка об'єднує потужність класичних алгоритмів машинного навчання з можливостями великих мовних моделей для аналізу нерегламентованих даних (новин, фінансових звітів, соціальних мереж). Такий підхід дозволяє не лише враховувати історичні закономірності, а й оперативно реагувати на інформаційні події, які можуть вплинути на ринкову динаміку.

Для реалізації поставлених завдань було використано сучасну екосистему Python з бібліотеками Pandas, Scikit-learn, XGBoost, PyTorch та LangChain, що забезпечило високу ступінь автоматизації процесу аналізу даних і масштабованість системи. Особливу увагу приділено підготовці даних, включно з очищенням, нормалізацією та інженерією ознак, що дозволило підвищити якість навчання моделей. Експериментальна частина роботи включала аналіз ефективності застосованих методів прогнозування за допомогою метрик якості (MSE, R-квадрат, MAPE). Результати показали, що інтеграція класичних методів машинного навчання з інструментами аналізу текстових даних сприяє суттєвому підвищенню точності прогнозування. Застосування гібридних моделей дозволяє адаптувати систему до нових умов без необхідності повного перенавчання, що знижує часові та обчислювальні витрати.

Практична значущість роботи обумовлена можливістю впровадження створеної системи як інструменту для оперативного прийняття фінансових рішень, що дозволить інвесторам і аналітикам ефективніше управляти ризиками та оптимізувати портфелі активів. Розширення функціоналу, зокрема додавання модулів для аналізу соціальних мереж або макроекономічних індикаторів, є перспективним напрямком розвитку. Особливий інтерес становить також розробка адаптивних механізмів, що автоматично оновлюють модель на основі нових даних.

Наразі автори працюють над удосконаленням алгоритму прогнозування, а також над створенням вебсайту, який забезпечить зручний інтерфейс для використання системи кінцевими користувачами. Таке веб-рішення дозволить виводити прогнозні графіки, аналітичні висновки та пояснення у зручному форматі, доступному широкому колу користувачів.

ДИНАМІЧНЕ КЕРУВАННЯ ЧЕРГАМИ

Гольдінер Д. І.
Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків

Попит є базовим елементом розвитку технологій і послуг, оскільки саме він надає змісту та формує мотивацію для подальших удосконалень. Чим вищим стає попит, тим активніше це стимулює еволюцію пропозиції, що, у свою чергу, визначає критичну важливість здатності послуги до масштабування.

Системи масового обслуговування описують поведінку процесів надходження, очікування та обробки запитів у ситуаціях, коли зростаючий попит перевищує можливості пропозиції забезпечити своєчасне обслуговування.

Завжди виграшним є шлях оптимізації процесів для підвищення пропускної здатності системи – це обов'язковий етап побудови продуктивних сервісів. Проте, на жаль, у певний момент складність застосування оптимізаційних рішень починає зростати експоненційно, що призводить до значного збільшення витрат на підтримку та подальший розвиток системи.

Протягом певного періоду часу потреба може задовольнятись шляхом переходу до багатоканальних систем і збільшення кількості серверів обслуговування. Однак у більшості випадків таке рішення має обмеження, зокрема: лімітований фізичний простір для масштабування, високі витрати або тривалий час, необхідний для розширення виробничих потужностей.

У момент, коли всі інструменти підвищення продуктивності системи досягають своїх меж, неминуче починають накопичуватися необроблені заявки, що зумовлює виникнення черги. Така черга, залежно від обставин, може мати обмеження на свою довжину або бути нескінченною. Водночас стан переповнення для обмеженої черги або нескінченно довге очікування у випадку відсутності обмежень на кількість місць у черзі неминуче виникають тоді, коли інтенсивність надходження заявок перевищує пропускну здатність системи.

Останнім бастіоном у боротьбі за підвищення ефективності системи може виступати складніша організація пріоритетів і структури самої черги. Для досягнення бажаного ефекту важливо мати глибоке розуміння прикладної області та якісні аналітичні дані щодо ймовірнісного розподілу вхідного потоку заявок і часу їх обслуговування. При впровадженні пріоритезації запитів у черзі можна поєднувати різні політики, щоб досягти максимальної продуктивності системи [1].

Ефективність поєднання різних стратегій динамічного балансування черг у системах масового обслуговування було досліджено з використанням комп'ютерної програми, написаної мовою Go, у якій реалізовано модель взаємодіючого співвиконання для паралельних обчислень.

Література:

1. Гольдінер Д. І., Матвієнко О. І. Зменшення ймовірності відмови в системах масового обслуговування з обмеженою чергою із застосуванням пріоритезації за розміром та штучного інтелекту // Біоніка інтелекту, 2024. № 1 (100). с. 36-42.

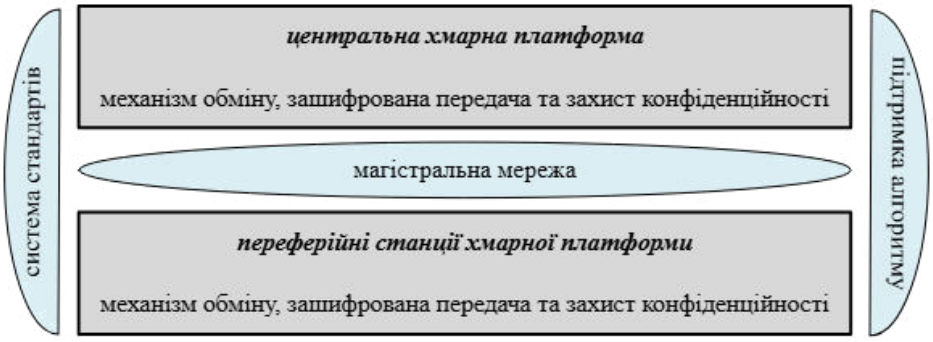
ФАКТОРНИЙ АНАЛІЗ ЗАСТОСУВАННЯ БЛОКЧЕЙН ЗАЛІЗНИЧНОЮ ЛОГІСТИКОЮ

Дубініна О. М., Любарський Д. Б.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Залізничний транспорт посідає першорядні позиції за вантажообігом і пасажирообігом серед усіх видів транспорту в Україні, детермінуючи як внутрішньодержавне так і міждержавне сполучення завдяки своїм основним перевагам, як то транспортування великої кількості вантажу на довгі дистанції, висока транспортна безпека, розвантаження автомобільних шляхів, безпечність для довкілля завдяки низькому викиду CO_2. З огляду на це, вдосконалення його технологічних процесів є пріоритетним і перспективним завданням.

З одного боку з'ясування взаємозв'язків між значеннями змінних та аналізу впливу окремих чинників, що впливають на технологічні процеси здійснюється на основі факторного аналізу, при цьому з іншого боку, є доцільною впровадження технології блокчейн [3, 4, 5], яка завдяки своїм фундаментальним принципам забезпечує незмінність та довіру всередині мережі, оскільки після включення транзакції до блокчейну, її неможливо ані модифікувати ані відмінити [2].

На рисунку нижче показано загальну архітектуру системи управління метрополітену [1], що контролює дані та інформацію всіх станцій і може здійснювати диспетчеризацію, управління та моніторинг. У систему вбудовано базу даних блокчейну, яка в свою чергу забезпечує механізми спільного використання, шифрування, передачу та захист конфіденційності.



Література:

1. An, J., Jing, V., Lu, M., Zheng, L., Li, Y., Zhang, T. Zhang, J. (2024) A blockchain database system for a rail transit equipment system. *IET Blockchain*, (4), 83–100. https://doi.org/10.1049/blc2.12035

2. Blockchain and decentralized systems: in three volumes. V.3 / P. Kravchenko, B. Skriabin, O. Kurbatov, O. Dubinina, S. Kozlov. – Kyiv : 24 Print, 2024. 344 p. ISBN 978-617-7634-27-9 / 978-617-7634-79-8

3. Haque, B., Hasan, R., Zihad, O.M. (2021) SmartOil: blockchain and smart contract-based oil supply chain management. *IET Blockchain*, (1), 95–104. doi: https://doi.org/10.1049/blc2.12005

4. Muniandi, G. (2020) Blockchain-enabled virtual coupling of automatic train operation fitted mainline trains for railway traffic conflict control. *IET Intell. Transp. Syst.*, (14), 611–619. doi: 10.1049/iet-its.2019.0694

5. Weimin, X. (2019) The application and value of blockchain in urban rail transit passenger operation. *Urban Rail Transit*, (02), 48–49.

МЕТОД R-ФУНКЦІЙ У ЧИСЕЛЬНОМУ ДОСЛІДЖЕННІ ЗАДАЧ ОБТІКАННЯ

Дудар М. А., Сидоров М. В.
Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків

У роботі розглядається задача про обтікання циліндричного тіла стаціонарним безвихровим поступальним безциркуляційним потоком нев'язкої (ідеальної) рідини, швидкість якої на нескінченності V_∞ спрямована вздовж більшої вісі профілю тіла. Математична модель має вигляд:

$$\Delta\psi = 0 \text{ зовні } \bar{\Omega},$$
$$\psi|_{\partial\Omega} = 0,\ \psi|_{x^2+y^2\to+\infty} \to V_\infty y.$$

Тут $\bar{\Omega}$ – поперечний переріз тіла, що обтікається, $\partial\Omega$ – контур напрямної циліндричного тіла, ψ – функція течії, що пов'язана з компонентами вектора швидкостей потоку за формулами $v_x = \frac{\partial\psi}{\partial y}$, $v_y = -\frac{\partial\psi}{\partial x}$, Δ – оператор Лапласа.

Відповідно до методу R-функцій [1 – 3], структуру розв'язку цієї крайової задачі можна записати як $\psi = \omega_M(\psi_0 + \Phi) + \omega_M(1 - \omega_M)\Phi_1$. Тут $\psi_0 = V_\infty\left(\rho - \frac{R^2}{\rho}\right)sin\,\phi$ – точний розв'язок задачі для випадку, коли $\partial\Omega$ є коло радіусу R вигляду. Функція $\omega_M = f_M(\omega)$ обираємо у вигляді

$$f_M(\omega) = \begin{cases} 1 - exp\frac{\omega}{\omega - M}, & 0 \le \omega < M, \\ 1, & \omega \ge M, \end{cases}$$

де $\omega(x, y) = 0$ – рівняння межі $\partial\Omega$. Невизначені компоненти структури Φ і Φ_1 оберемо у вигляді $\Phi = \sum_{k=1}^{m_1} a_k\phi_k$, $\Phi_1 = \sum_{j=1}^{m_2} b_j\tau_j$, де $\{\phi_k(\rho, \phi)\}$, $k = 1,\ 2,\ \ldots$, $\{\tau_j(\rho, \phi)\}$, $j = 1,\ 2,\ \ldots$ – повні системи частинних розв'язків рівняння Лапласа відносно зовнішності кола скінченного радіусу та відносно області $\{\omega(x, y) < M\}$ відповідно. Коефіцієнти a_k і b_j знаходяться за методом Рітца. Комп'ютерне моделювання було проведено у пакеті Mathematica 10.3 для випадку обтікання еліптичного циліндра. Отриманий наближений розв'язок порівняно з точним.

Література:

1. Рвачёв В. Л. Теория *R*-функций и некоторые её приложения. Киев : Наукова думка, 1982. 552 с.

2. Стрельченко А. Й., Колосова С. В., Рвачов В. Л. Про один метод розв'язування крайових задач. *Доповіді АН УРСР, сер. А*. 1972. № 9. С. 837 – 839.

3. Lamtygova S. N., Sidorov M. V. Numerical analysis of the problem of flow past a cylindrical body applying the R-functions method and the Galerkin method. *ECONTECHMOD. An International Quarterly Journal on Economics in Technology, New Technologies and Modelling Processes*. 2014. Vol. 3, No. 3. Pp. 43 – 50.

АНАЛІЗ ТА СИНТЕЗ ОПТИМАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ BPMN-ДІАГРАМИ БІЗНЕС-ПРОЦЕСУ ЗАСОБАМИ ГЕНЕТИЧНОГО АЛГОРИТМУ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕРЕЖ ПЕТРІ

Єльчанінов Д. Б., Гуца О. М., Нікульченко А. О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Стандарт моделювання та нотування бізнес-процесів (англ. Business Process Model and Notation, BPMN) надає компаніям можливість будувати відповідні графічні BPMN-діаграми задля кращого розуміння їх внутрішніх бізнес-процедур [1].

Недоліком цих діаграм є відсутність наочних засобів для відображення та аналізу динаміки (руху ресурсів) бізнес-процесів. Відповідними засобами володіють мережі Петрі, тому перетворення BPMN-діаграм на графові моделі мереж Петрі підвищують ефективність їх одночасного використання [2].

В роботі виконана адаптація засобів генетичного алгоритму [3] до створення оптимальної BPMN-діаграми бізнес процесу.

Генотип визначається структурою BPMN-діаграми – це вектор, кожен компонент якого відповідає певному варіанту реалізації підпроцесу. У кожного підпроцесу може бути декілька варіантів реалізації. Завдяки цьому є можливість сформувати популяцію – множину BPMN-діаграм, які є різними варіантами моделі бізнес-процесу. Функція оцінювання генотипу визначається структурою та розміткою мережі Петрі, яка є перетворенням відповідної BPMN-діаграми бізнес-процесу. Наприклад, це може бути відхилення кількості міток в визначених позиціях від необхідного значення. Відповідно до значення цієї вектор-функції визначається оператор відбору: чим більше відхилення кількості міток в визначених позиціях від необхідного значення, тим гірше відповідний генотип та, як наслідок, менша ймовірність його відбору для подальшого схрещування. Оператор схрещування визначається за класичними канонами генетичного алгоритму: певні частини різних генотипів обмінюються своїми значеннями. Потім з деякою ймовірністю відбувається мутація випадкового генотипу: змінюється значення певного компонента BPMN-діаграми бізнес-процесу. Генотипи нової популяції оцінюються вектор-функцією та видаляються найгірші з них.

Розвиток роботи полягає у розробленні відповідного програмного фреймворку для проведення обчислювальних експериментів.

Література:

1. Business Process Model and Notation (BPMN). Version 2.0.2. Object Management Group, Inc. 2013. 532 p. URL: https://www.omg.org/spec/BPMN/2.0.2/PDF (дата звернення: 22.04.2025).

2. Lei Li, Fei Dai. Transformation and Visualization of BPMN Models to Petri Nets. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2018. Vol. 186, Issue 5. URL: https://doi.org/10.1088/1755-1315/186/5/012047 (дата звернення: 22.04.2025).

3. Xu, J. Biological Computing. Springer, Singapore. 2025. 329 p. URL: https://doi.org/10.1007/978-981-96-3870-3 (дата звернення: 22.04.2025).

НАЙКОРОТШИЙ ШЛЯХ У НЕПОВНІЙ МЕРЕЖІ ДОРІГ

Іглін С. П., Дунаєвська О. І.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Розглядається наступна задача логістики (рис. 1, на ньому позначені номери пунктів та відстані між ними в кілометрах). Треба з початкового пункту v_1 об'їхати всі інші v_2, v_3, ..., v_n, та повернутися у v_1 найкоротшим шляхом. Ця задача відрізняється від класичної задачі комівояжера [1, 2] тим, що не всі пункти поєднані між собою напряму. Тому найкоротший шлях може містити повернення з глухих кутів та повторне проходження деяких пунктів.

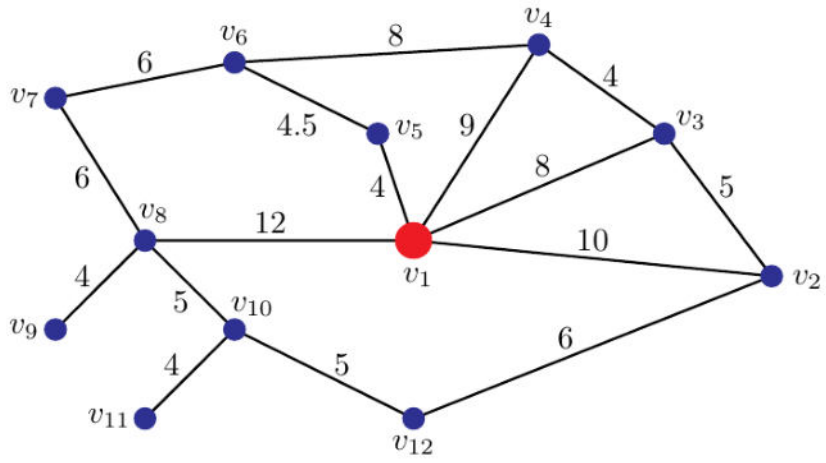


Рис. 1. Приклад неповної мережі

Ми пропонуємо розв'язувати цю задачу в три етапи. На першому етапі за допомогою алгоритму Флойда-Воршола знаходиться матриця найкоротших шляхів між кожною парою вершин (пунктів). На другому етапі розв'язується звичайна задача комівояжера. Для задач невеликого розміру (до 15) можна здійснити пряме перебирання всіх перестановок, а для більшої кількості пунктів можна використати різні евристичні алгоритми (генетичні, мурашині, нейромережеві тощо). В результаті отримуємо перестановку чисел від 2 до n, що мінімізує загальну довжину маршруту. У ній між сусідніми числами (номерами пунктів) можуть міститися й проміжні. На третьому етапі відновлюємо їх за допомогою алгоритму Дейкстри.

Для мережі доріг з рис. 1 цей алгоритм з прямим перебиранням усіх перестановок знайшов один з найкоротших шляхів $\{v_1, v_4, v_3, v_2, v_{12}, v_{10}, v_{11}, v_{10}, v_8, v_9, v_8, v_7, v_6, v_5, v_1\}$ з загальною довжиною 70,5 км.

Література:

1. Genetic Algorithms for the Travelling Salesman Problem: A Review of Representations and Operators / P. Larrañaga, C. M. H. Kuijpers, R. H. Murga [et al.] // Artificial Intelligence Review. – 1999. – Vol. 13. – P. 129–170.

2. Traveling Salesman Problem, Theory and Applications / Ed. by D. Davendra. – Rijeka: InTech, 2010. – 336 p.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ САМОЗАЙМАННЯ МЕТОДАМИ РОТЕ ТА КВАЗІФУНКЦІЙ ГРІНА-РВАЧОВА ПОБУДОВИ ДВОБІЧНИХ НАБЛИЖЕНЬ

Калініченко А. С.

Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків

У роботі розглядається початково-крайова задача для двовимірного напівлінійного рівняння теплопровідності для функції зміни температури, що виникає при дослідженні методами математичного моделювання процесів самозаймання у насипові матеріалу, переріз якого описується областю Ω:

$$\frac{\partial\theta}{\partial t} = A\Delta\theta + Be^{\theta}, \boldsymbol{x} \in \Omega, t \in (0, t_0], \quad (1)$$

$$\theta(\boldsymbol{x}, t) > 0, \boldsymbol{x} \in \Omega, t \in (0, t_0], \quad (2)$$

$$\theta(\boldsymbol{x}, 0) = 0, \boldsymbol{x} \in \bar{\Omega}, \quad (3)$$

$$\theta(\boldsymbol{x}, t) = 0 \text{ на } \partial\Omega, t \in [0, t_0], \quad (4)$$

де Δ – оператор Лапласа, $A > 0$, $B > 0$ – параметри, що задають фізико-хімічні властивості процесу, $\boldsymbol{x} = (x_1, x_2)$, Ω – обмежена область з $\mathbb{R}^2$, t_0 – час моделювання.

Введемо на часовому проміжку моделювання сітку з фіксованим кроком τ, вздовж вузлів якої будемо, згідно з методом Роте, шукати розв'язок задачі (1) – (4). Апроксимацією відношенням скінченних різниць частинної похідної за часом отримаємо набір крайових задач, які будемо розв'язувати послідовно. Кожну задачу за допомогою квазіфункції Гріна-Рвачова [1] зводимо до інтегрального рівняння Урисона з гетеротонним оператором, для якого будуємо сильно інваріантний конусний відрізок, кінці якого стануть початковими значеннями для ітераційного процесу двобічних наближень.

Наближенням до точного розв'язку на відповідному часовому шарі на кожній ітерації є половина суми верхнього та нижнього наближень, при цьому є можливість оцінити похибку як максимум їх різниці, тому ітераційний процес варто продовжувати доки це значення не буде менше ніж 2ε, де ε – завчасно задана необхідна точність. Результатом послідовного застосування запропонованого ітераційного процесу на кожному часовому шарі є набір функцій, неперервних за просторовими змінними.

Роботу запропонованого методу продемонстровано на тестовому прикладі задачі для $\Omega = \{(x_1, x_2): x_1^2 + x_2^2 < 1\}$ – кругової області з радіусом 1, що описана функцією $\omega(\boldsymbol{x}) = \frac{1}{2}(1 - x_1^2 - x_2^2)$, для $A = 1$, $B = 1{,}25$, $t_0 = 1$, $\tau = \frac{1}{3}$.

Література:

1. Sidorov M. V. Green-Rvachev's quasi-function method for constructing two-sided approximations to positive solution of nonlinear boundary value problems. *Carpathian Mathematical Publications*. 2018. Т. 10, № 2. С. 360-375.

ОСОБЛИВОСТІ ТА ВПЛИВ МІЖДИСЦИПЛІНАРНОГО ПІДХОДУ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ МАШИННОГО НАВЧАННЯ

Козиренко С. І.[1], Козиренко В. П.[2]
[1]*Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків*
[2]*Харківський гуманітарний університет «Народна українська академія», м. Харків*

Стрімкий розвиток машинного навчання та штучного інтелекту , стали ключовими факторами зростання інновацій у всіх галузях та секторах освіти.

Штучний інтелект є одним з найефективніших інструментів, які освітяни та науковці можуть мати у своєму розпорядженні за умови професійного використання. Незважаючи на швидкий розвиток штучного інтелекту, розуміння його можливостей все ще залишається неповним. Це пов'язано з кількома причинами:

- системи штучного інтелекту стають все більш складними, що ускладнює розуміння того, як вони працюють;
- застосування можливостей штучного інтелекту не враховує міждисциплінарні зв'язки.

Одне із питань, яке досить часто обговорюється, полягає в тому, чи слід активно використовувати штучний інтелект та машинне навчання в освітньому процесі. Питання є, але воно для нас у тому, як застосовувати ці технології?

Ми маємо певні особливості та вплив міждисциплінарного підходу на дисципліни гуманітарного напрямку при застосуванні машинного навчання [1]:

1. Об'єднання гуманітарних і технічних наук. Міждисциплінарні команди зможуть краще враховувати специфіку гуманітарних даних і адаптувати моделі машинного навчання до цих задач.

2. Враховування цифрової гуманітаристики. Розвиток цифрової гуманітаристики як окремої галузі, яка інтегрує технології машинного навчання у гуманітарні дослідження. Використання спеціалізованих платформ для обміну даними та інструментами.

Цифрові інструменти та алгоритми машинного навчання дозволяють гуманітарним наукам ефективно аналізувати великі обсяги даних, переходити до міждисциплінарних підходів, об'єднуючи наукові дані з культурними артефактами. Лише за умови етичного, відповідального та інклюзивного використання машинного навчання можна досягти гармонійного поєднання традиційної освіти та новітніх технологій.

Література

1. Козиренко В.П., Козиренко С. І. Актуальні питання застосування штучного інтелекту при вивченні математичних та інформаційних дисциплін // Експертні оцінки елементів навчального процесу: програма і матеріали XXV межвуз. наук.-практ. конф., Харків, 25 листопада 2023 р. / Нар. укр. акад., каф. інформ. технологій і математики [ред. В.А. Кірвас]. – Харків: Вид-во НУА, 2023. 112 с. С. 37-41.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРІОРИТЕТНОСТІ ПОСТАЧАННЯ ЗАСОБІВ ТАКТИЧНОЇ МЕДИЦИНИ ВОЛОНТЕРСЬКИМИ ОРГАНІЗАЦІЯМИ ДЛЯ ВІЙСЬКОВИХ ПІДРОЗДІЛІВ

Комаровський Д. Є., Галуза О. А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Повномасштабна війна в Україні призвела до зростання потреби в засобах тактичної медицини, а державна система постачання не завжди відповідає потребам фронту. Важливу роль відіграють волонтерські організації, зокрема БФ Afumed, який з 2022 року постачає спеціалізовані аптечки військовим. На тлі великого потоку запитів постає задача оптимального розподілу обмежених ресурсів волонтерів.

Вчасне надходження якісних медичних засобів на передову прямо впливає на виживаність поранених. Близько 24% загиблих могли б вижити за умов належної першої допомоги [1]. Нестача або несвоєчасна доставка таких засобів веде до запобіжних втрат та зниження боєздатності підрозділів.

Сьогодні система постачання залишається фрагментованою [2], значною мірою спираючись на ініціативи волонтерів. Відсутність єдиного централізованого волонтерського координаційного центру призводить до хаотичності: деякі підрозділи мають гострий дефіцит, тоді як інші отримують надлишкову допомогу. Через бюрократичні труднощі офіційні звіти не завжди відповідають реальним потребам фронту, що ускладнює ефективний розподіл ресурсів та максимізацію користі волонтерських зусиль.

Мета роботи – створення математичної моделі для пріоритетності постачання волонтерами засобів тактичної медицини. Пропонується багатокритеріальна оцінка запитів за такими параметрами: розташування підрозділу, альтернативні можливості отримання допомоги, джерело запиту (боєць чи командування), поточний рівень забезпечення, співмірність запиту реальній потребі, тип підрозділу, інтенсивність боїв, рівень медичної підготовки бійців. На основі цих критеріїв формується рейтинг пріоритетності за допомогою методів багатокритеріального аналізу рішень, таких як аналітичний ієрархічний процес. Результатом стане рекомендаційна система для волонтерських організацій, яка підвищить оперативність та ефективність допомоги, зменшить випадки критичних нестач та зробить процес забезпечення більш прозорим та стабільним.

Література:

1. Eastridge B. J., Mabry R. L., Seguin P., et al. Death on the battlefield (2001–2011): implications for the future of combat casualty care // Journal of Trauma and Acute Care Surgery. – 2012. - Vol. 73, No. 6 (Suppl. 5). – P. 431–437.
DOI: http://doi.org/10.1097/TA.0b013e3182755dcc

2. Quinn J., Panasenko S. I., Leshchenko Y., et al. Prehospital Lessons From the War in Ukraine: Damage Control Resuscitation and Surgery Experiences From Point of Injury to Role 2 // Military Medicine. - 2024. - Vol.189, Issue 1-2. – P. 17–29.
DOI: https://doi.org/10.1093/milmed/usad253

ІНТЕГРАЦІЯ МОВНИХ МОДЕЛЕЙ GPT У ПРОФОРІЄНТАЦІЙНУ ДІЯЛЬНІСТЬ УНІВЕРСИТЕТУ

Котлик С. В., Соколова О. П.

Одеський національний технологічний університет, м. Одеса

У роботі представлено досвід розробки та впровадження інтелектуального чат-бота на базі моделі GPT-4 для профорієнтаційної підтримки абітурієнтів Одеського національного технологічного університету. Обґрунтовано актуальність використання мовних моделей у процесі вибору професійної траєкторії, здійснено огляд існуючих аналогів, описано архітектуру створеної системи, принципи формування навчального корпусу та результати експериментального тестування.

Потреба в інноваційних підходах до професійної орієнтації молоді стала особливо актуальною в умовах цифровізації освіти. Більшість абітурієнтів звикли до спілкування в месенджерах, очікують швидких відповідей і персоналізованих порад. На цьому тлі штучний інтелект, зокрема великі мовні моделі, виглядають перспективним інструментом вирішення старих проблем новими засобами.

Аналіз наявних рішень показав, що більшість існуючих систем на основі GPT були або загальними, або надто академічними. Вони не враховували специфіку конкретного закладу, особливості приймальної кампанії чи реальні запити наших вступників. Автори поставили за мету створити такого чат-бота, який буде не просто "відповідачем", а справжнім цифровим порадником у виборі професійного шляху.

В основі нашого рішення – GPT-4 від OpenAI. Це потужна мовна модель, яка здатна не просто формально відповідати на запитання, а вести змістовну розмову, розуміти контекст і навіть стиль мовлення користувача. Ми доповнили її навчанням на специфічних даних: правилах прийому, описах освітніх програм, матеріалах про життя університету. Загалом було використано понад 80 тематичних файлів.

Розробка включала побудову архітектури системи: веб-інтерфейс, серверну частину на Flask, підключення до API OpenAI, систему збору та аналізу зворотного зв'язку. Особливу увагу приділили промтам – текстовим інструкціям, які супроводжують запити до моделі. Саме вони задають стиль, глибину і навіть настрій відповіді.

Після навчання і впровадження було проведено експериментальне тестування, у якому взяли участь абітурієнти, студенти та працівники приймальної комісії. Результати перевершили очікування: висока релевантність відповідей, оперативність, доступність 24/7. Система виявилася зручною і зрозумілою навіть для користувачів без технічного бекграунду.

У перспективі – інтеграція чат-бота з CRM-системами університету, розширення функціоналу, автоматичний супровід абітурієнта від моменту запиту до моменту подачі документів. Ми також плануємо додати мовну підтримку, розділ FAQ, інтеграцію з месенджерами та мобільними додатками.

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ КОМПЛЕКСНИХ ПОТЕНЦІАЛІВ ДО РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ВИГИНУ ПЛИТИ З ЕЛІПТИЧНИМ ВКЛЮЧЕННЯМ

Кошкін А. О.

Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків

Дослідження конструкцій з композитних матеріалів приводить до необхідності розв'язування задач розрахунку вигину плит з включеннями різної форми. У роботі розглядається нескінченна анізотропна плита з еліптичним отвором. Цей отвір (без додаткового натягу) містить пружне включення з іншого матеріалу, що ідеально контактує з плитою-матрицею. Плита знаходиться під впливом згинальних моментів сталої величини M_x^∞, M_y^∞, H_{xy}^∞ на нескінченності.

Для розв'язання даної задачі застосуємо метод комплексних потенціалів теорії згину анізотропних плит [1 – 3]. Комплексні потенціали $W_k'(z_k)$ для плити-матриці є функціями комплексних змінних $z_k = x + \mu_k y$, де μ_k – корені відповідного характеристичного рівняння [1].

Використовуючи конформне відображення зовнішності одиничного кола $|\zeta_{k1}| \geq 1$ на зовнішність еліпсів L_{k1} [4], отримаємо наступний вигляд для комплексних потенціалів $W_k{}'(z_k)$

$$W_k{}'(z_k) = \Gamma_k z_k + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{a_{k1n}}{\zeta_{k1}^n}, \quad (1)$$

де Γ_k визначаються із системи рівнянь, що залежить від μ_k, коефіцієнтів деформації матеріалу та згинальних моментів на нескінченності; a_{k1n} – невідомі; ζ_{k1} – змінні, які визначаються із співвідношень

$$z_k = R_{k1}\left(\zeta_{k1} + \frac{m_{k1}}{\zeta_{k1}}\right),\ R_{k1} = \frac{a_1 - i\mu_k b_1}{2},\ m_{kl} = \frac{a_1 + i\mu_k b_1}{2R_{k1}}. \quad (2)$$

Аналогічно для включення розкладемо комплексні потенціали по поліномам Фабера і отримаємо набір невідомих a_{kn}^1, які разом з a_{k1n} знайдемо із граничних умов в зоні контакту. Якщо комплексні потенціали визначені, то за ними можна визначити згинальні моменти та поперечні сили в точках плити.

Отримані результати проілюстровано обчислювальним експериментом для тестової задачі.

Література:

1. Калоеров С. А. Комплексные потенциалы теории изгиба многосвязных анизотропных плит. *Теоретическая и прикладная механика*. 2012. № 4 (50). С. 115–136.

2. Hsieh M. C., Hwu C. Anisotropic elastic plates with holes/cracks/ inclusions subjected to out-of-plane bending moments. *International Journal of Solids and Structures*. 2002. Vol. 39, № 19. P. 4905–4925.

3. Lekhnitskii S. G., Tsai S. W., Cheron T. Anisotropic Plates : Gordon and Breach, 1968. 534 p.

4. Калоеров С. А., Авдюшина Е. В., Мироненко А. Б. Концентрация напряжений в многосвязных изотропных пластинках. Донецк : Изд-во ДонНУ, 2013. 440 с.

ПОРІВНЯННЯ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ РІВНЯ ГЛЮКОЗИ В КРОВІ

Кузнецов Б. В., Бутова О. А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Цукровий діабет – одне з найпоширеніших хронічних захворювань сучасності, яке охоплює понад 537 мільйонів людей у світі за даними Міжнародної діабетичної федерації (IDF, 2022). Традиційні методи вимірювання глюкози базуються на інвазивних технологіях, що передбачають проколювання шкіри для забору крові. В останні десятиліття застосовуються неінвазивні системи моніторингу глюкози, які дозволили здійснювати вимірювання без пошкодження шкіри або втручання у біологічне середовище пацієнта. Серед найбільш перспективних неінвазивних підходів можна виділити оптичні методи (спектроскопія ближнього інфрачервоного випромінювання – БІЧ, Раманівська спектроскопія, поляриметрія), електрохімічні сенсори (аналіз поту, сліз, міжтканинної рідини), а також гібридні технології.

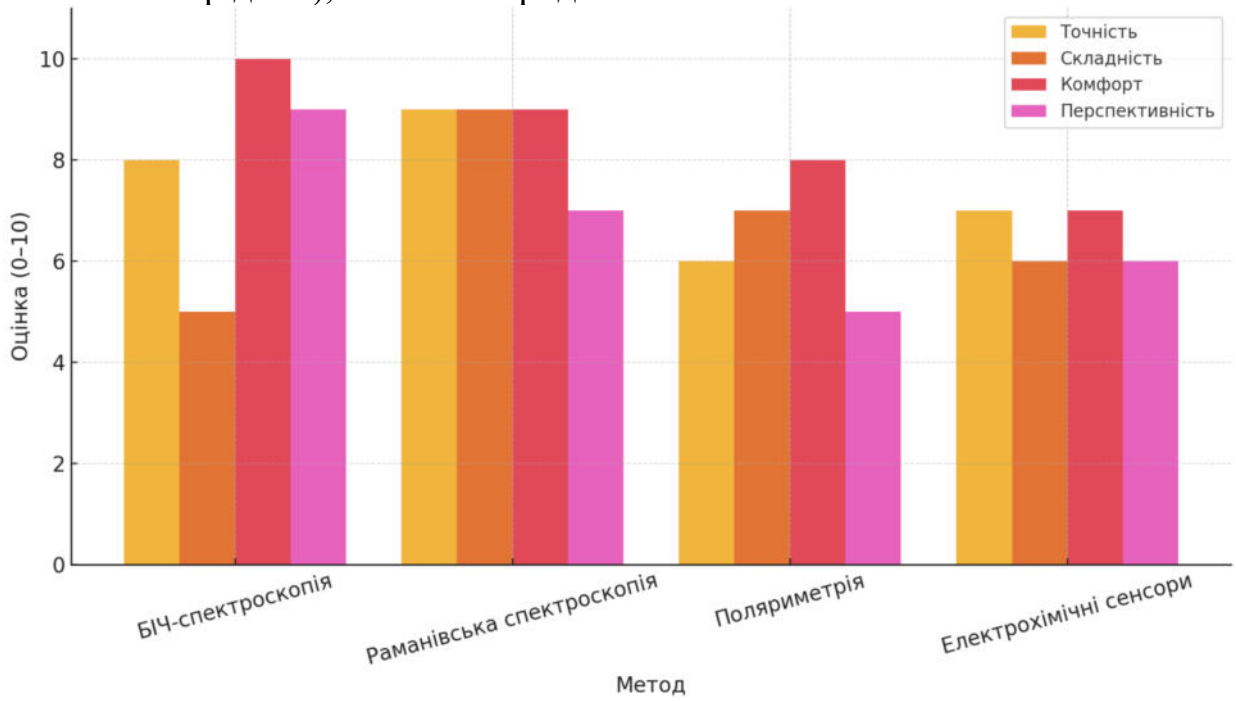


Рисунок – Порівняльна диаграма чотирьох неінвазивних методів моніторингу глюкози

За результатами аналізу обрано метод БІЧ, який демонструє найкращий баланс між точністю, комфортом, науковою обґрунтованістю та перспективами комерціалізації. Поєднання БІЧ-спектроскопії з методами машинного навчання (PLS, PCA, нейронні мережі) є перспективним підходом для безпечного, зручного та точного моніторингу рівня глюкози. Метод Partial Least Squares (PLS) – один із ключових інструментів у хімометрії, аналізі спектральних даних, в тому числі БІЧ. Його головна мета – побудувати модель, яка передбачає концентрацію певної речовини (наприклад, глюкози) на основі спектральних характеристик.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ КОРЕЛЯЦІЙНИХ ЗВ'ЯЗКІВ МІЖ РИСАМИ ОБЛИЧЧЯ

Лиса С. О., Романюк О. Н.

Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Сучасні дослідження в галузі соціальної психології, біометрії та комп'ютерного зору дедалі більше зосереджуються на вивченні кореляційних зв'язків між фізіологічними параметрами обличчя й суб'єктивними оцінками поведінкових та характерологічних рис. Такий підхід дозволяє не тільки поглибити розуміння соціальних стереотипів, але й підвищити точність автоматизованих систем розпізнавання емоцій і намірів людини [1].

Пропорційність обличчя, зокрема відношення ширини до висоти, демонструє стійку позитивну кореляцію з привабливістю в широких вибірках учасників різних культур [2]. Симетрія лівої та правої половини обличчя також тісно пов'язана з оцінками фізичного здоров'я та репродуктивної привабливості [3]. Крім того, показник Facial Width-to-Height Ratio прямо корелює з уявленнями про домінантність і агресивність, що підтверджується експериментальними вимірюваннями на групах добровольців.

Особливу увагу привертають параметри очей: міжокулярна відстань і розмір зіниці прямо корелюють із віковим сприйняттям обличчя, тоді як зміни форми повік і наявність «гусячих лапок» навколо очей є надійними індикаторами втоми та сонливості. З колірних індикаторів – рівень пігментації шкіри обличчя негативно корелює з оцінкою втоми та стресу, а ступінь почервоніння може вказувати на підвищену емоційну напругу.

У контексті машинного розпізнавання обличчя використання багатовимірного кореляційного аналізу в поєднанні з індексами «золотого перетину» між ключовими точками обличчя дозволяє підвищити точність класифікації емоцій та соціальних атрибутів до 90 % і вище.

Отже, кількісне вивчення кореляційних зв'язків між рисами обличчя є перспективним напрямком як для фундаментальних досліджень у соціальній психології, так і для практичних застосувань у системах біометричного моніторингу та адаптивних інтерфейсах людина – комп'ютер.

Література:

1. Haselhuhn M. P., Ormiston M. E., Wong E. M. Men's Facial Width-to-Height Ratio Predicts Aggression: A Meta-Analysis. *PLOS ONE*. 2015. Т. 10, № 4. С. e0122637. URL: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0122637 (дата звернення: 21.04.2025).

2. Carré J. M., McCormick C. M., Mondloch C. J. Facial Structure Is a Reliable Cue of Aggressive Behavior. *Psychological Science*. 2009. Т. 20, № 10. С. 1194–1198. URL: https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2009.02423.x (дата звернення: 21.04.2025).

3. Attractiveness of Facial Averageness and Symmetry in Non-Western Cultures: In Search of Biologically Based Standards of Beauty / G. Rhodes та ін. Perception. 2001. Т. 30, № 5. С. 611–625. URL: https://doi.org/10.1068/p3123 (дата звернення: 21.04.2025).

ЗАДАЧІ НА ГРАФАХ З НЕЧІТКИМИ ВИХІДНИМИ ДАНИМИ ТА ПІДХОДИ ДО ЇХ РОЗВ'ЯЗАННЯ

Матвієнко О. І., Мірошніченко О. О.
Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків

Нечіткі графи використовуються для моделювання складних систем з невизначеністю та неповнотою даних і є розширенням класичних графів, де ступінь зв'язку між вершинами або приналежність вершин до графа може бути виражена нечітким значенням з інтервалу [0,1].

Одним із підкласів нечітких графів є нечіткі когнітивні карти (НКК), що використовуються для моделювання причинно-наслідкових взаємозв'язків між різними концептами в системі. НКК представляють собою нечіткий орієнтований граф, вузли якого є нечіткими множинами, дуги графа не тільки відображають причинно-наслідкові зв'язки між концептами, але й визначають міру впливу цих концептів один на одного.

Задачі на нечітких графах можна розділити на кілька основних категорій, кожна з яких має свої специфічні методи розв'язання: нечіткі задачі оптимізації на графах; нечіткі методи кластеризації на графах; задачі моделювання та прогнозування з використанням нечітких когнітивних карт; задачі теорії розкладів з нечіткими вихідними даними.

До задач оптимізації на нечітких графах належать задачі знаходження найкоротших шляхів, мінімальних остовних дерев або максимальних потоків, де параметри графа (довжини ребер, пропускні здатності тощо) задані нечіткими числами. Для розв'язання оптимізаційних задач з нечіткими параметрами часто використовується принцип Белмана-Заде [1].

На відміну від чітких методів кластеризації, нечіткі методи дозволяють одному й тому ж об'єкту належати одночасно кільком кластерам, але з різним ступенем приналежності. Це особливо цінно для об'єктів, розташованих на межі кластерів, де чітка класифікація може бути неприродною або недоречною. Нечіткі методи кластеризації включають c-means, алгоритм Густафсона-Кесселя та нечіткі самоорганізуючі карти.

Методи та підходи до розв'язання задач моделювання та прогнозування з використанням НКК базуються на поєднанні когнітивного аналізу, нечіткої логіки та теорії графів для моделювання складних слабоструктурованих систем із невизначеністю.

Теорія розкладів з нечіткими даними використовує інструменти нечіткої логіки, теорії множин та оптимізації для роботи з неповною або неточною інформацією.

Література:

1. Matviienko O., Miroshnichenko O. Devising a Method for Solving a Multi-Criteria Shortest Path Problem with Fuzzy Initial Data // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2025. № 1 (3(133)). P. 48-56.

ЗНАХОДЖЕННЯ ДОДАТНОГО АКІАЛЬНО-СИМЕТРИЧНОГО РОЗВ'ЯЗКУ ЕЛІПТИЧНОГО ДИФЕРЕНЦІАЛЬНОГО РІВНЯННЯ МЕТОДОМ ДВОБІЧНИХ НАБЛИЖЕНЬ

Пархоменко В. Г., Сидоров М. В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків

У роботі розглядається перша крайова задача для нелінійного еліптичного рівняння:

$$-\Delta u = f(\boldsymbol{x}, u),\ \boldsymbol{x} \in \Omega, \tag{1}$$

$$u|_{\partial\Omega} = 0, \tag{2}$$

де Ω – обмежена область з $\mathbb{R}^2$; $\boldsymbol{x} = (x_1, x_2)$; Δ – оператор Лапласа; функція $f(\boldsymbol{x}, u)$ неперервна і додатна при $\boldsymbol{x} \in \bar{\Omega}$, $u > 0$.

Задача (1), (2) виникає, наприклад, при математичному моделюванні процесів нелінійної теплопровідності.

Якщо область Ω є кругом радіуса R, то постає задача знаходження аксіально-симетричного розв'язку рівняння. Цей розв'язок залежить тільки від $\rho = |\boldsymbol{x}|$. Шляхом переходу до полярних координат рівняння (1) зводиться до звичайного диференціального рівняння:

$$-\frac{1}{\rho}\frac{d}{d\rho}\left(\rho\frac{du}{d\rho}\right) = f(\rho, u), \tag{3}$$

а крайова умова (2), задана на колі $|\boldsymbol{x}| = R$, зводиться до вигляду

$$u(R) = 0.$$

Точка $\rho = 0$ є особливою точкою диференціального рівняння (3), отже, для функції $u = u(\rho)$ необхідно задати умову обмеженості:

$$|u(0)| < +\infty.$$

Тоді крайова задача (1), (2) зводиться до крайової задачі:

$$-\frac{1}{\rho}\frac{d}{d\rho}\left(\rho\frac{du}{d\rho}\right) = f(\rho, u),\ \rho \in (0, R), \tag{4}$$

$$|u(0)| < +\infty,\ u(R) = 0. \tag{5}$$

Задача (4), (5) еквіваолентна інтегральному рівнянню Гаммерштейна. Для його розв'язання будуються послідовності верхніх і нижніх наближень, перша з них є незростаючою, а друга – неспадаючою [1].

Метод двобічних наближень розв'язання задачі (4), (5) застосовано для випадку степенової нелінійності $f(\rho, u) = u^p$.

Література:

1. Пархоменко В. Г., Сидоров М.В. Застосування методу двобічних наближень до знаходження додатних аксіально-симетричних розв'язків крайових задач з монотонними нелінійностями. *Математичне та комп'ютерне моделювання. Серія: Фізико-математичні науки*. 2024. Вип. 25. С. 121–133.

ЧИСЕЛЬНА РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДУ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ РЕКОНСТРУКЦІЇ ФУНКЦІЇ ВІД ТРЬОХ ЗМІННИХ З РОЗРИВАМИ ПЕРШОГО РОДУ

Першина Ю. І., Ванін В. А., Тулученко Г. Я.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Відновлення розривних функцій є важливою задачею в сучасній науці та техніці, оскільки багато реальних процесів описуються саме функціями з розривами. Це можуть бути сигнали з різкими змінами (наприклад, у цифровій обробці сигналів або аудіо/відео), фізичні процеси з фазовими переходами, розподіли, що мають стрибки (наприклад, у задачах обробки зображень), розв'язки рівнянь у частинних похідних, які мають розриви (наприклад, ударні хвилі в газодинаміці). Класичні методи апроксимації (наприклад, ряди Фур'є) не завжди добре працюють на розривних функціях через ефект Гіббса (осциляції біля точок розриву). Вивчення методів відновлення об'єктів та процесів, зокрема тих, що мають особливості, дозволяє розвивати нові чисельні підходи (сплайн-апроксимації, вейвлет-перетворення, нові інформаційні оператори, варіаційні методи тощо).

В даній роботі представляється чисельна реалізація методу наближення розривних функцій трьох змінних, який використовує в якості вхідних даних сліди функцій (об'єктів) вздовж заданої площини чи поверхні. Цей метод використовує новий інформаційний оператор – інтерфлетацію [1]. Саме він є природнім математичним апаратом при дослідженні процесу дистанційними методами дослідження тіла (тобто не порушуючи внутрішню його структуру), для яких вхідними даними виступають сліди функцій (проекції, дані Радона, фотографії, що лежать на заданих площинах, поверхнях, смугах чи локусах, тощо).

Запропонований алгоритм реконструкції розривної функції від трьох змінних доцільно використовувати для моделювання тіл зі складною внутрішньою структурою, що має особливості, зокрема, розриви. Чисельний експеримент був проведений для тестових функцій трьох змінних в системі комп'ютерної математики MathCad. У результаті чисельного експерименту було встановлено, що метод інтерфлетації розривної функції забезпечує вищу точність порівняно з класичним методом інтерполяції. Важливою перевагою запропонованого алгоритму є усунення ефекту Гіббса, що дозволяє значно покращити якість відновлення функцій із розривами та зберегти важливі особливості внутрішньої структури об'єктів.

Література:

1. Сергієнко І.В., Задірака В.К,, Литвин О.М., Першина Ю.І. Теорія розривних сплайнів та її застосування в комп'ютерній томографії: монографія – К. : Наук. думка, 2017. – 314 с.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОЗПОДІЛУ ЗАБРУДНЕННЯ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ ЗА ДОПОМОГОЮ ІНТЕРЛІНАЦІЇ ФУНКЦІЙ ТРЬОХ ЗМІННИХ

Першина Ю. І.[1,2], Ковтун А. Д.[2]

[1]***Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків***

[2]***Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків***

У сучасних умовах стрімкого розвитку промисловості та урбанізації проблема забруднення навколишнього природного середовища набуває особливої гостроти. Одним із найнебезпечніших типів антропогенного впливу є надходження важких металів до поверхневого шару ґрунту та підповерхневого середовища.

В роботі формулюється та розв'язується задача математичного моделювання забруднення поверхневого шару ґрунту та підповерхневого середовища важкими металами, що здійснюється на основі аналізу джерел викидів, зокрема промислових підприємств. В якості експериментальних даних виступають: система прямих $P_i, \quad i = \overline{1,m}$, система слідів на цих лініях деякої функції $f_i(z) = f(x_i, y_i, z), \quad i = \overline{1,m}$ (інформація про концентрації важких металів у різних точках досліджуваної території)

Розробка математичної моделі приповерхневого розподілу забруднення з використанням теорії інтерлінаціїї функцій трьох змінних є важливим кроком до отримання точних та ефективних моделей для прогнозування рівнів забруднення в різних точках на поверхні. Опертор інтерлінації функцій трьох змінних, побудований на множині ліній, паралельних одній вісі, дозволяє знаходити значення забруднення в будь-якій точці на поверхні, враховуючи відстань до відомих джерел забруднення. Важливою проблемою є те, як уникнути «скупчення» джерел у певних областях, що може призвести до надмірної концентрації забруднення, що не відповідає реальним умовам. При побудові математичної моделі в роботі використовалася формула Тейлора–Рвачова та глобальна інтерполяційна формула Шепарда.

Метою роботи є побудува за вказаною інформацією операторів інтерлінації $O(\{P_i\}; x, y, z)$ з властивостями:$O(\{P_i\}; x_j, y_j, z) = f_j(z), \quad j = \overline{1,m}$.

Особливої актуальності набуває створення таких моделей у районах розташування промислових підприємств, полігонів твердих побутових відходів, транспортних вузлів, де спостерігається підвищене техногенне навантаження. Отже, розробка та удосконалення математичних моделей забруднення ґрунтів важкими металами є надзвичайно важливим завданням для сучасної науки та практики охорони довкілля.

Література:

1. Литвин О.М. Інтерлінація функцій та деякі її застосування. – Х.: Основа, 2002. – 504с.

ОБ'ЄКТНО-ОРІЄНТОВАНИЙ ПІДХІД ДО АНАЛІЗУ ТА СИНТЕЗУ МОДЕЛЕЙ RPA ЯК СКЛАДОВОЇ ЧАСТИНИ COBOT НА ОСНОВІ AI

Піддубний О. В., Єльчанінов Д. Б.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В роботі розглядається об'єктно-орієнтований підхід до аналізу та синтезу моделей автоматизації процесів за допомогою роботизації (англ. robotic process automation, RPA) як складової частини колаборативних роботів (англ. collaborative robots, CoBot) на основі штучного інтелекту (англ. artificial intelligence, AI).

Поєднання RPA та CoBot може оптимізувати процеси, мінімізувати помилки та підвищити продуктивність [1].

В результаті аналізу процесів, що відбуваються у системі, виявляються об'єкти, які їх виконують, та структура взаємозв'язків між цими об'єктами. На цьому етапі виникає питання: чи є існуюча структура системи та набір об'єктів оптимальними з точки зору вартості/швидкості виконання процесів? Отже, необхідно проаналізувати можливі варіанти реалізації структури системи та класів об'єктів. Для різних варіантів реалізації структури можуть існувати різні класи об'єктів. До того ж об'єкти можуть підтримувати різні типи з'єднань (інтерфейси) та функціонування (перетворення вхідних ресурсів на вихідні результати). Крім того, деякі процеси складно автоматизувати, отже, виникає необхідність організації взаємодії (колаборації) з людиною-оператором. Розроблено достатньо багато засобів та алгоритмів розв'язку задач цього типу [2].

В роботі досліджено класичні підходи до розв'язку таких оптимізаційних задач (зокрема, задача про призначення) та методи штучного інтелекту (зокрема, генетичні алгоритми). Основною проблемою при використанні генетичних алгоритмів є їх адаптація до розв'язку конкретної задачі [3]. В роботі проведено адаптацію основних складових частин генетичного алгоритму (генотип, популяція, функція оцінювання, оператори відбору, схрещування, мутації та редукції) до знаходження оптимального складу об'єктів системи при фіксованій структурі.

Подальший розвиток роботи полягає у проектуванні та програмної реалізації системи для проведення відповідних експериментів.

Література:

1. Sharma, N., Cupek, R. Real-Time Control and Optimization of Internal Logistics Systems with Collaborative Robots. *Procedia Computer Science*. 2023. Vol. 225. P. 248–258. URL: https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.10.009 (дата звернення: 22.04.2025).

2. Sankaranarayanan, S., Sharygina, N. (eds) Tools and Algorithms for the Construction and Analysis of Systems. TACAS 2023. *Lecture Notes in Computer Science*. Vol. 13993. Springer, Cham. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-031-30823-9 (дата звернення: 22.04.2025).

3. Xu, J. Biological Computing. Springer, Singapore. 2025. 329 p. URL: https://doi.org/10.1007/978-981-96-3870-3 (дата звернення: 22.04.2025).

ПІДВИЩЕННЯ РЕЛЕВАНТНОСТІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ГАЛУЗІ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ RAG

Под'ячий Ю. І., Синенко Б. М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м.Харків

Сучасний розвиток радіоелектроніки та інтелектуальних систем взаємодії вимагає впровадження новітніх технологій для забезпечення високої продуктивності, точності та надійності роботи різноманітних пристроїв. Одним із ключових напрямів, який активно досліджується в галузі радіоелектроніки, є застосування штучного інтелекту (ШІ) для підвищення релевантності та ефективності функціонування систем.

Для вирішення поставленої перед ШІ проблеми використовуються великі мовні моделі (Large Language Models, LLM), які налічують у своєму складі мільярди параметрів. Оскільки LLM не мають можливості постійного оновлення, їхні знання "заморожуються" на момент завершення їх "навчання". Це призводить до того, що моделі можуть надавати застарілі або неточні відповіді на запити, які потребують актуальної інформації. Це особливо критично в таких галузях, які бурхливо розвиваються, зокрема в радіоелектроніці.

Щоб розширити інформаційну базу, технологія RAG (Retrieval Augmented Generation – генерація доповненим пошуком) пропонує низку ефективних рішень. Одне з них є механізм пошуку релевантної інформації в широко доступних зовнішніх джерелах – енциклопедіях, підручниках, монографіях та ін. Це сприяє суттєвому підвищенню точності і релевантності відповідей, особливо для задач, що вимагають фактичної або спеціалізованої інформації.

Основна ідея представленої розробки полягає у створенні чат-боту, який відшукує в мережі і працює з PDF-документами як джерелами корисної інформації. Застосунок автоматично індексує завантажені документи, зберігає їх у векторному сховищі, а також дозволяє користувачеві отримувати точні й контекстуально релевантні відповіді на основі його запитів. Цей підхід може суттєво скоротити час, витрачений на вирішення поставленої перед ШІ проблеми, зменшити помилки, пов'язані з людським фактором, і звільнити ресурси для виконання більш складних завдань.

Запропонований в цій роботі чат-бот реалізовано на платформі Java із використанням універсального фреймворка Spring Framework, векторної бази даних Milvus та великої мовної моделі GPT API, розробленої OpenAI. Для інтеграції цих інструментів створене відкрите рішення YDA Framework, яке дозволяє інкапсулювати функціонал RAG і значно спрощує розробку подібних застосунків. У межах YDA всі компоненти – індексація, пошук, ранжування, генерація та обробка запитів – інтегровані в модульну структуру, що забезпечує гнучкість і масштабованість.

Наведено схему архітектури розробленого застосунку з детальними поясненнями і демонструється приклад його роботи. Також надається порівняльна таблиця можливостей застосунку з існуючими рішеннями.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ВЕБ-ІНТЕРФЕЙСІВ

Прус О. В., Майданюк В. П.
Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

В умовах стрімкого зростання популярності веб-додатків та цифрових сервісів питання оптимізації продуктивності веб-інтерфейсів набуває особливої актуальності. Швидкодія веб-додатків безпосередньо впливає на користувацький досвід, рівень залученості та ключові бізнес-показники онлайн-платформ. Враховуючи специфіку сучасних веб-додатків, необхідно розробити методи кількісної оцінки ефективності застосування різних стратегій оптимізації ще на етапі проектування.

Метою проведеного дослідження є розробка адаптованих математичних моделей для оцінки впливу різних оптимізаційних заходів на продуктивність веб-інтерфейсів на основі Закону Амдала, що забезпечить науково обґрунтований вибір найбільш ефективних методів оптимізації.

Основними методами дослідження є адаптація класичного Закону Амдала з урахуванням специфіки веб-технологій (асинхронне виконання операцій, кешування та динамічне завантаження ресурсів), математичне моделювання та аналіз комбінованих оптимізацій, що враховують взаємозалежність різних методів покращення продуктивності [1].

Результатами дослідження стали узагальнені математичні моделі, які дозволяють кількісно прогнозувати ефективність застосування як окремих, так і комбінованих стратегій оптимізації. Зокрема, було доведено, що поєднання таких методів, як частковий рендеринг, кешування API-запитів, мініфікація JavaScript-коду та використання CDN, може значно збільшити загальний приріст продуктивності веб-додатків порівняно з їх окремим застосуванням [2].

Таким чином, подальший розвиток програмних систем для оптимізації продуктивності веб-інтерфейсів із застосуванням Закону Амдала має бути спрямований на розширення адаптованих математичних моделей, що враховують комплексну взаємодію методів оптимізації та особливості сучасних веб-технологій. Інтеграція запропонованих моделей в інструменти автоматизованого аналізу продуктивності дозволить прогнозувати ефективність оптимізаційних рішень ще на етапі проєктування, забезпечуючи таким чином суттєве підвищення якості та продуктивності веб-додатків.

Література:

1. Прус О.В., Майданюк В.П., Арсенюк І.Р. Аналіз інструментів управління багатопроєктними середовищами: оптимізація розробки програмного забезпечення. Наукові праці Вінницького національного технічного університету, 2024, 1
2. Christoph Junghans, Animesh Agarwal, Luigi Delle Site. Computational efficiency and Amdahl's law for the adaptive resolution simulation technique. Computer Physics Communications, Volume 215. 2017, P. 20-25.

КОМБІНОВАНЕ ВИКОРИСТАННЯ СУБ'ЄКТИВНИХ І ОБ'ЄКТИВНИХ МЕТРИК ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Рябоконь А. М., Романюк О. Н.
Національний технічний університет «Вінницький Національний Технічний Університет», м. Вінниця

Якість зображень має важливе значення для фотографій, відео, телекомунікацій та інших візуальних галузей. Для її оцінки застосовують суб'єктивні методи, що базуються на враженнях користувачів, а також об'єктивні метрики, що обчислюються алгоритмічно.

Дослідження взаємозв'язку між цими підходами дає змогу краще зрозуміти, наскільки точно математичні показники відображають людське сприйняття.

Суб'єктивну оцінку зазвичай отримують через опитування, зокрема за шкалою MOS (Mean Opinion Score – середній бал оцінки). Серед об'єктивних метрик найпоширенішими є PSNR, SSIM, FSIM, VIF та LPIPS. Вони вимірюють відмінності між тестовим та еталонним зображеннями, однак відрізняються за точністю наближення до людського сприйняття [1].

PSNR часто демонструє слабку кореляцію з MOS [2], особливо у випадку складних артефактів. SSIM, який враховує структуру та контраст, має вищу відповідність суб'єктивним оцінкам [3]. Метрики нового покоління, як-от LPIPS, засновані на глибокому навчанні та демонструють ще кращі результати.

Для вимірювання відповідності між суб'єктивними та об'єктивними оцінками використовують коефіцієнти кореляції Пірсона та Спірмена [4]. Високі значення цих коефіцієнтів свідчать про сильний зв'язок. Водночас, досягти повної відповідності важко через варіативність сприйняття, індивідуальні та контекстуальні фактори.

Відтак, об'єктивні метрики є ефективним, але не ідеальним засобом оцінювання. Тому триває розробка гібридних моделей, які поєднують алгоритмічні підходи з машинним навчанням, яке базується на суб'єктивних даних. Це дає змогу підвищити точність оцінювання, краще враховуючи людське сприйняття якості зображень.

Література:

1. Gonzalez R. C., Woods R. E. Digital image processing. – 4th ed. – Pearson, 2018. – 1024 p.
2. Understanding MOS, JND and PSNR [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://support.videoclarity.com/support/solutions/articles/9000020955-understanding-mos-jnd-and-psnr – Назва з екрана.
3. SSIM: Structural Similarity Index – Imatest [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.imatest.com/docs/ssim/ – Назва з екрана.
4. Pearson and Spearman Correlations: A Guide to Understanding and Applying Correlation Methods [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://datascientest.com/en/pearson-and-spearman-correlations-a-guide-to-understanding-and-applying-correlation-methods – Назва з екрана.

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДОМ ДВОБІЧНИХ НАБЛИЖЕНЬ НАПІВЛІНІЙНОГО ДИФЕРЕНЦІАЛЬНОГО РІВНЯННЯ ЧЕТВЕРТОГО ПОРЯДКУ

Савченко А. В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків

Розглянемо напівлінійне диференціальне рівняння четвертого порядку вигляду

$$\frac{d^2}{dx^2}\left[E(x)I(x)\frac{d^2u}{dx^2}\right] = f(x,u), \quad 0 < x < l, \tag{1}$$

де $E(x)$ – модуль пружності Юнга; $I(x)$ – момент інерції поперечного перерізу; $f(x,u)$ – нелінійна функція, що описує дію зовнішньої сили.

Рівняння (1) виникає у теорії пружності, зокрема моделює процес прогину балки довжиною l, на яку діє нелінійна зовнішня сила $f(x,u)$ [1].

За деяких припущень на математичну модель від дослідження рівняння (1) можемо перейти до розгляду диференціального рівняння вигляду

$$\frac{d^4u}{dx^4} = \sigma\frac{u}{1+u} + q(x), \quad x \in (0,1). \tag{2}$$

Для різних способів закріплення кінців балки ми отримуємо різні крайові умови. Наприклад, у випадку, коли один кінець балки жорстко закріплено, а інший – просто підтримується, отримуємо крайові умови вигляду [2]

$$u(0) = u'(0) = 0, \quad u(1) = u^{'}. \tag{3}$$

До розв'язання задачі (2), (3) застосуємо метод двобічних наближень на основі використання методу функцій Гріна [3]. Метод двобічних наближень полягає у заміні крайової задачі еквівалентним інтегральним рівнянням Гаммерштейна. Для задачі (2), (3) отримуємо інтегральне рівняння Гаммерштейна з гетеротонним оператором. Сенс еквівалентності крайової задачі (2), (3) та інтегрального рівняння полягає у тому, що узагальненим розв'язком крайової задачі (2), (3) називатимемо функцію $u^* \in C[0,1]$, яка є розв'язком зазначеного інтегрального рівняння. Якщо гетеротонний оператор у інтегральному рівнянні має сильно інваріантний конусний відрізок, то, взявши кінці цього відрізка за початкові наближення, можна побудувати двобічний ітераційний процес знаходження наближеного розв'язку задачі. Отримано умови збіжності ітераційного процесу до додатного розв'язку задачі (2), (3).

Література:

1. Gere J. M., Timoshenko S. P. Mechanics of Materials. 4th Edition. Boston : PWS Publishing Company, 1997. 914 p.

2. Gupta C. P. Existence and uniqueness theorems for the bending of an elastic beam equation. *Applicable Analysis: An International Journal*. 1988. № 26 (4). P. 289-304.

3. Сидоров М. В. Метод двобічних наближень розв'язання першої крайової задачі для нелінійних звичайних диференціальних рівнянь на основі використання функції Гріна. *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. 2019. № 1 (48). С. 57 – 66.

АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ РОЙОВОГО ІНТЕЛЕКТУ В МУЛЬТИАГЕНТНИХ БІЗНЕС-СИСТЕМАХ

Скрипка Б. Ю., Єльчанінов Д. Б.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Об'єктом дослідження є процес впровадження штучного інтелекту в бізнесі. Предметом дослідження є застосування мультиагентних систем на основі ройового інтелекту в мережевих бізнес-системах. Метою роботи є аналіз робіт за вказаною тематикою для виокремлення специфічних сценаріїв застосування ройового інтелекту в мультиагентних бізнес-системах.

Ефективність ведення бізнесу залежить від вирішення оптимізаційних задач та ефективності системи прийняття рішень. В контексті інфраструктури хмарних сервісів та надання Інтернет-послуг, кількість агентів підключення до одного хмарного сервісу вимірюється десятками тисяч, а всі операції повністю виконуються інтелектуальними алгоритмами або штучним інтелектом. У роботі [1] наведено приклад ефективного використання алгоритму коника-стрибунця GOA (Grasshopper Optimization Algorithm) в мультиагентній хмарній мережі для ефективного розподілення та постановки задач в чергу на виконання. У роботі [2] використовується мультиагентний алгоритм зграї сірих вовків GWO (Grey Wolfs Optimizer) для фільтрації підозрілих повідомлень в хмарних сервісах обміну повідомленнями між користувачами. У роботі [3] розглядається мультиагентний рій дронів в комбінації із різними інтелектуальними протоколами комунікації агентів. А у робота [4] ройовий інтелект використовується, як засіб протидії або кіберзахисту та стійкості мультиагентної розподіленої медичної системи для приватних медичних закладів в сфері охорони здоров'я. Як було з'ясовано в ході роботи, ройовий інтелект широко застосовується у мультиагентних бізнес-системах для інтелектуального вирішення оптимізаційних завдань та прийняття рішень.

Література:

1. Network aware resource optimization using nature inspired optimization algorithm for task scheduling in cloud infrastructure / P. Gupta та ін. Journal of circuits, systems and computers. 2022. URL: https://doi.org/10.1142/s0218126623501323 (дата звернення: 15.04.2025).
2. Shringi S., Sharma H., Suthar D. L. Fitness-Based grey wolf optimizer clustering method for spam review detection. Mathematical problems in engineering. 2022. Т. 2022. С. 1–15. URL: https://doi.org/10.1155/2022/6499918 (дата звернення: 15.04.2025).
3. QoS in FANET business and swarm data / J. Hamilton Ortiz та ін. Computers, materials & continua. 2022. Т. 72, № 1. С. 1877–1899. URL: https://doi.org/10.32604/cmc.2022.023796 (дата звернення: 15.04.2025).
4. Swarm intelligence model for securing healthcare ecosystem / P. Ribino та ін. Procedia computer science. 2022. Т. 210. С. 149–156. URL: https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.10.131 (дата звернення: 15.04.2025).

АВТОМАТИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ЖИТТЄЗДАТНОСТІ КЛІТИН L929 ЗА ДАНИМИ ФАЗОВО-КОНТРАСТНОЇ МІКРОСКОПІЇ МЕТОДАМИ ГЛИБОКОГО НАВЧАННЯ

Сокол Є. І.[1], Божок Г. А.[2], Ахієзер О. Б.[1], Галуза О. А.[1], Татар`янц М. С.[1]

[1]*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

[2]*Інститут проблем кріобіології і кріомедицини НАН України, м. Харків*

Аналіз життєздатності клітин – ключова процедура в клітинній біотехнології, однак ручна обробка мікрофотографій є трудомісткою та суб'єктивною [1]. Метою роботи є створення автоматизованого інструменту для підрахунку живих і мертвих клітин L929 на мікрозображеннях із використанням специфічних ДНК-зв'язуючих барвників (пропідію йодид) та сучасних методів обробки зображень.

Для дослідження зібрано 95 високоякісних зображень моношарів клітин L929 із двома каналами: фазово-контрастним і флуоресцентним. Дані поділено на 5 підгруп за морфологічними ознаками клітин (розмір, щільність, видимість мембран).

Запропонований у роботі алгоритм складається з двох етапів: підрахунок мертвих клітин на флуоресцентних зображеннях методами класичного комп'ютерного зору та визначення загальної кількості клітин на фазово-контрастних зображеннях із використанням моделі YOLOv8, яка навчалася протягом 50 епох з оптимізатором AdamW. Для підвищення ефективності навчання застосовано transfer learning із використанням датасету LIVECell (5239 зображень, 1.68 млн. клітин), схожого з L929 за візуальними характеристиками [2].

Тестування показало, що система успішно виконує завдання:

- Підрахунок мертвих клітин: MAE ~1.0, MAPE 5.9%, RMSE 1.63. Помилки пов'язані з кластеризацією близько розташованих клітин.
- Підрахунок загальної кількості клітин: середні метрики – Precision 0.93, Recall 0.93, F1 0.93, MAPE 11%. Найкращі результати отримано для підгрупи 1 (чіткі межі клітин), найгірші – для підгрупи 5 (щільні кластери).

Загальна похибка системи (4-12%) порівнянна з ручним аналізом (8-10%), а швидкість обробки (<1 с на зображення) значно перевищує ручний аналіз (1-5 хв). Якість роботи алгоритмів можна покращити шляхом розширення датасету, оптимізації метапараметрів тощо. Проте навіть у поточному вигляді система має значний потенціал для використання в біомедичних дослідженнях, діагностиці та тестах цитотоксичності.

Література:

1. Frost O., Owji N., Thorogate R., et al. Cell morphology as a design parameter in the bioengi-neering of cell-biomaterial surface interactions // Biomater. Sci. – 2021. – Vol. 9, Issue 23. – P. 8032-8050. DOI: https://doi.org/10.1039/d1bm01149a

2. Zhuang F., Qi Z., Duan K., Xi D., Zhu Y., Zhu H., Xiong H., He Q.: A comprehensive survey on transfer learning // Proceedings of the IEEE. – 2021. – Vol. 109, Issue 1. – P. 43–76. DOI: https://doi.org/10.1109/JPROC.2020.3004555

ГРАФОВА НЕЙРОНА МЕРЕЖА ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ НАВАНТАЖЕННЯ У МУЛЬТИАГЕНТНИХ МІКРОСЕРВІСАХ

Тоніца О. В., Яновський О. В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» м. Харків

Поєднання концепції мультиагентних систем та архітектури мікросервісів може бути особливо корисною в складних системах, що потребують високого рівня взаємодії та адаптивності, таких як IoT-додатки, обробка даних в реальному часі та складні бізнес-процеси. Балансування навантаження у мультиагентних мікросервісах є критично важливим завданням для забезпечення ефективності, надійності та швидкодії системи. Алгоритми машинного навчання можуть бути навчені прогнозувати навантаження і відповідно коригувати розподіл запитів та використані для проактивного масштабування.

Graph Neural Networks (GNN) можуть бути ефективно використані для прогнозування навантаження у мультиагентних мікросервісах, оскільки вони здатні обробляти дані, які мають структуру графа. Мікросервіси та агенти можуть бути представлені як вузли графа, а взаємодії або комунікаційні шляхи між ними – як ребра. Використовуючи структуру графа, GNN може передбачати навантаження на основі поточних та історичних даних, враховуючи зв'язки між мікросервісами.

Нехай мультиагентна система представлена у вигляді графа ($G = (V, E)$), де ($\mathrm{V} = \{\mathrm{v_1}, \mathrm{v_2}, \ldots, \mathrm{v_n}\}$) – множина агентів (мікросервісів), ($\mathrm{E} \subseteq \mathrm{V} \times \mathrm{V}$) – множина зв'язків між агентами.

Кожен агент ($\mathrm{v_i}$) характеризується вектором стану ($\mathrm{h_i} \in \mathrm{R^d}$), який включає такі параметри, як поточне навантаження, ресурси та інші метрики. Задача полягає в прогнозуванні навантаження ($\mathrm{y_i}$) для кожного агента ($\mathrm{v_i}$) на основі історичних даних та структури графа.

Формально, задача може бути сформульована як знаходження функції (f), яка мінімізує середньоквадратичну помилку:

$$\min_{\mathrm{f}} \sum_{\mathrm{i}=1}^{\mathrm{n}} \left(\mathrm{y_i} - \mathrm{f}(\mathrm{G}, \mathrm{h_i})\right)^2,$$

де (f) – модель GNN, яка враховує структуру графа (G) та стани агентів. [1-2]

Запропонований підхід дозволяє ефективно враховувати топологічні залежності в мікросервісних системах, забезпечувати масштабованість за рахунок локальної агрегації інформації та підтримувати онлайн-навчання через механізмів переносу параметрів.

Література:

1. Kipf, T., Welling, M. (2017). Semi-Supervised Classification with Graph Convolutional Networks. ICLR. pp. 1-14.
2. Scarselli, F. et al. (2009). The Graph Neural Network Model. IEEE TNN, 20(1). pp. 61-80

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ КОРУПЦІЇ В СИСТЕМАХ ДЕРЖАВНОГО УПРАВЛІННЯ

Тоніца О. В., Дашевський В. В., Третякова О. Ю., Боєва А. А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В наш час однією з найбільш актуальних соціальних проблем є корупція.

На думку багатьох дослідників сучасності, саме корупція є основною політичною проблемою теперішнього сторіччя [1].

В Україні протягом останніх десятиліть чимало зроблено для протидії такому явищу, як корупція. Зокрема, схвалена загальна концепція боротьби з корупцією і був прийнятий антикорупційний закон, а також кілька інших законодавчих актів антикорупційного спрямування.

Проте, на превеликий жаль, не завжди заходи, що здійснювалися в державі і в суспільстві, призводили до значних досягнень у справах, пов'язаних з протидією корупції. Так відбувалося з багатьох, як об'єктивних, так і суб'єктивних, причин. Однією з таких причин є відсутність належного наукового забезпечення антикорупційних процесів в нашій країні протягом її існування як незалежної держави.

Втім, те, що дослідження не характеризуються найвищім рівнем, не може говорити про їх відсутність на предмет протидії корупції. Такі дослідження є, проте їх рівень не завжди задовільняє потреби антикорупційної діяльності. Ця діяльність є цілим комплексом правових, адміністративних, виховних заходів, виявлення фактів корупційних діянь, а також притягнення до відповідальності винних осіб. Подібні заходи мають на меті забезпечення законності діяльності органів державної влади, професійного і чесного виконання службовцями своїх повноважень, недопущення встановлення корумпованих зв'язків.

При цьому на даний час ціла низка ключових для антикорупційної діяльності питань залишається недослідженими [2]. На основі математичних моделей корумпованих ієрархій докладно вивчені різні стратегії обмеження корупції, що відрізняються між собою переважною спрямованістю антикорупційних заходів проти вищих, середніх або нижчих верств владних структур. За допомогою відповідних обчислювальних експериментів, що проводилися для різних за ступенем централізації ієрархій і для різних видів корупції, показано, що ефективність стратегій може мати відчутні відмінності і виділені, в певному сенсі, найбільш оптимальні з них. Проведені досліди свідчать про те, що проблема вибору ефективних стратегій придушення корупції в ієрархії дійсно існує та може вивчетися за допомогою методології математичного моделювання.

Література:

1. Дудинець Л.А., Квасний М.М., Черемис Р.В. Моделювання та розрахунок рівня впливу корупції на економічних суб'єктів // Інноваційна економіка, 2021, № 7-8, с. 49-55.

2. Милошик В. І. Деякі підходи до моделювання корупції // Наукові записки НаУКМА, Т. 18: Спеціальний випуск, Ч. 2., 2000, с. 222-237.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПСИХОЛОГІЧНОГО ВИСНАЖЕННЯ ПРАЦІВНИКІВ

Тоніца О. В., Харитонов І. О., Сердюк І. В., Решетнікова С. М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Проблема професійного вигорання є однією з найбільш актуальних питань сьогодення. Співробітники більшості сучасних організацій, професійна діяльність яких пов'язана з необхідністю здійснення емоційно напружених контактів, у тій чи іншій мірі схильні до вигорання. Вигорання – це синдром емоційного виснаження. За дослідженнями психолога Герберта Фрейденберга [1] до психологічного вигорання більш схильні працівникі, які кожен день мають справу з людським фактором, у тому числі – професорсько-викладцький склад вишів.

До причин професійного вигоряння можливо віднести наступні фактори: брак професійного досвіду працівника для виконання певних завдань чи розпоряджень керівників; невідповідність професійної підготовки людини з посадою, що вона займає; напружені відносини в колективі та/або з начальством; недостатнє матеріальне заохочення працівника; надмірна завантаженість працівника або погані умови роботи; неможливість особистого розвитку людини та/або кар'єрного росту. Саме тому задача статистичної обробки та подальшої автоматизації дослідження психологічного виснаження працівників є на сьогодні актуальною. Вирішення цієї задачи дозволить зробити висновки щодо рівня впливу певних факторів на психологічний стан людини на роботі та можливість надати рекомендації про покращення психоемоційного стану працівника [2]. Для розв'язання прикладних задач у соціології та психології використані таблиці сполучень та перехресного табулювання та міри зв'язності. Реалізація програмного забезпечення, яке може автоматизувати аналіз даних здійснена за допомогою мови програмування Python. За результатами тестуваня ПЗ можна зробити наступні висновки. На психологічне виснаження найбільший вплив мають такі фактори, як понаднормова робота, вік, відстань від роботи до дому, задоволення від роботи, місячний дохід. Такі фактори, як стать та рівень освіти не впливають на рівень виснаження. На такий фактор, як задоволення від роботи, мають вплив наступні чинники: місячна ставка, задоволення відносинами, задоволення навколишнім середовищем. Надано рекомендації щодо запобіганню психологічного виснаження працівників, а саме: мінімізувати кількість понаднормової роботи, враховувати при наймі працівнків відстань від їхнього дому до роботи, забезпечити задовільні умови праці та гідну зарплатню.

Література:

1. Трунов Д. Г. Синдром згоряння: позитивний підхід до проблеми // Журнал практичного психолога, 2015, № 5, с. 19-22.

2. Бегун-Трачук Л.О. Дослідження професійного та емоційного вигоряння у психолого-педагогічній теорії та практиці // Музичне мистецтво в освітологічному дискурсі, 2020, № 5, с. 128-133.

ПОЯСНЕННІ МОДЕЛІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ НА ОСНОВІ ВЕРБАЛЬНИХ МЕТОДІВ СТВОРЕННЯ ЄДИНИХ ПОРЯДКОВИХ ШКАЛ

Фастовський Е. Г., Єльчанінов Д. Б.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Однією із складних задач пояснення, чому один об'єкт кращий за інший, є ситуація, коли за деякими критеріями перший об'єкт має кращі значення, ніж другий, але за рештою критеріїв – гірші значення. Ще складнішою ця задача стає у випадку вербальних значень шкал критеріїв, коли існують тільки порядкові відношення «краще/гірше», але відсутні кількісні оцінки [1].

Для розв'язку таких задач розроблено методи створення єдиної порядкової шкали, що об'єднує значення всіх шкал критеріїв, та єдиної шкали зміни якості, що впорядковує зміни значень всіх шкал критеріїв [2, 3].

При застосуванні єдиної порядкової шкали відбувається формальне перетворення критеріального опису об'єктів: їх відображення з простору декартового добутку множин значень критеріїв, на якому задане відношення домінування, що не дозволяє порівнювати деякі об'єкти, в абстрактний простір, що формується на основі єдиної порядкової шкали, з відношенням домінування, в якому ці об'єкти вже можна порівняти. Це є аналогом ситуації з інтегралами, що «не беруться», які можна обчислити, коли перейти з простору дійсних чисел до простору комплексних чисел. У роботі досліджено простір, який породжується єдиною порядковою шкалою.

Єдина шкала зміни якості не тільки породжує новий простір, що дозволяє порівнювати «непорівнянні» об'єкти, але й визначає метрику, через яку можна оцінити «вербальну» відстань між ними: наскільки суттєво вони відрізняються та скільки зусиль необхідно, щоб перетворити «гірший» об'єкт на «кращий». Це є аналогом вербально-кількісної шкали попарних порівнянь в методі аналізу ієрархій [4]. У роботі досліджено простір та метрика, які породжуються єдиною шкалою зміни якості.

Література:

1. Wahde, M. Models with Verbally Enunciated Explanations: Towards Safe, Accountable, and Trustworthy Artificial Intelligence. *In Proceedings of the 16th International Conference on Agents and Artificial Intelligence* (2024, Rome, Italy). Volume 3: ICAART; SciTePress, P. 101–108. URL: https://doi.org/10.5220/0012307100003636 (дата звернення: 21.04.2025).

2. Mechitov, A., Moshkovich, H., Klimberg, R. Verbal decision analysis for strategic decisions. *International Journal of Business Research*. 2022. Vol. 22, Issue 1. P. 26–37. URL: http://dx.doi.org/10.18374/IJBR-22-1.4 (дата звернення: 21.04.2025).

3. Moshkovich, H., Mechitov, A., Olson, D. Verbal Decision Analysis. In: Greco, S., Ehrgott, M., Figueira, J. (eds) *Multiple Criteria Decision Analysis. International Series in Operations Research & Management Science*. 2016. Vol 233. P. 605–636. Springer, New York, NY. URL: https://doi.org/10.1007/978-1-4939-3094-4_15 (дата звернення: 21.04.2025).

4. Saaty, Thomas L. Decision making with the Analytic Hierarchy Process. *International Journal of Services Sciences* (IJSSCI). 2008. Vol. 1, No. 1. P. 83–89. URL: https://www.inderscience.com/offers.php?id=17590 (дата звернення: 21.04.2025).

ЧИСЕЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТЕРМОХІМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ МЕТОДОМ ДВОБІЧНИХ НАБЛИЖЕНЬ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ КВАЗІФУНКЦІЇ ГРІНА-РВАЧОВА

Янбеков Р. Я.

Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків

Задача математичного моделювання термохімічних процесів у багатьох практично цікавих випадках зводиться до задачі знаходження додатного розв'язку наступної крайової задачі для напівлінійного еліптичного рівняння:

$$-Lu = f(\boldsymbol{x}, u),\ \boldsymbol{x} \in \Omega, \quad (1)$$

$$u|_{\partial\Omega} = 0, \quad (2)$$

де $Lu = \Delta u$ або $Lu = \Delta u \mp \kappa^2 u$, $\kappa > 0$, – еліптичний оператор, Ω – обмежена область з $\mathbb{R}^2$ або $\mathbb{R}^3$, у якій відбувається термохімічний процес, $\boldsymbol{x} = (x_1, x_2)$ або $\boldsymbol{x} = (x_1, x_2, x_3)$, $\partial\Omega$ – межа області Ω, $f(\boldsymbol{x}, u)$ – функція, що відповідає нелінійним джерелам тепловиділення, джерелам речовини при дифузії тощо.

За допомогою методу квазіфункцій Гріна-Рвачова [1] від крайової задачі (1), (2) можна перейти до еквівалентного інтегрального рівняння Урисона. Узагальненим розв'язком u^* задачі (1), (2) вважатимемо невід'ємну функцію з простору $C(\bar{\Omega})$, що є розв'язком зазначеного інтегрального рівняння. Інтегральне рівняння Урисона розглядатимемо у просторі $C(\bar{\Omega})$, що напівупорядковано конусом невід'ємних неперервних функцій, як нелінійне операторне рівняння $u = T(u)$ з гетеротонним оператором T, для якого існує супровідний оператор $\hat{T}(v, w)$: $T(u) = \hat{T}(u, u)$. Якщо оператор T має сильно інваріантний конусний відрізок $< v_0, w_0 >$ ($\hat{T}(v_0, w_0) \geq v_0$, $\hat{T}(w_0, v_0) \leq w_0$), то ітераційний процес

$$v^{(k+1)} = \hat{T}(v^{(k)}, w^{(k)}),\ w^{(k+1)} = \hat{T}(w^{(k)}, v^{(k)}),\ k = 0, 1, 2, \ldots;$$

$$v^{(0)} = v_0,\ w^{(0)} = w_0,$$

двобічно збігається (за певних умов) до узагальненого розв'язку задачі (1), (2):

$$v_0 = v^{(0)} \leq v^{(1)} \leq v^{(2)} \leq \ldots \leq u^* \leq \ldots \leq w^{(2)} \leq w^{(1)} \leq w^{(0)} = w_0.$$

Критерій закінчення ітераційного процесу має вигляд $\max\limits_{\boldsymbol{x}\in\bar{\Omega}}(w^{(k)}(\boldsymbol{x}) - v^{(k)}(\boldsymbol{x})) \leq 2\varepsilon$ і тоді з точністю ε маємо, що $u^* \approx \frac{w^{(k)} + v^{(k)}}{2}$.

Роботу запропонованого методу продемонстровано на тестовому прикладі задачі (1), (2) з експоненціальною нелінійністю в $\bar{\Omega} = \{(x_1, x_2): 0 \leq x_1, x_2 \leq 1\}$.

Література:

1. Sidorov M. V. Green-Rvachev's quasi-function method for constructing two-sided approximations to positive solution of nonlinear boundary value problems. *Carpathian Mathematical Publications*. 2018. Т. 10, № 2. С. 360-375.

СЕКЦІЯ 9
КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

9.3 ЗАСТОСУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ НАУКОВИХ І СОЦІАЛЬНИХ ПРОБЛЕМ У МЕДИЦИНІ

COMPARATIVE ANALYSIS OF SHORT TIME SERIES

Antonova I.V., Chikina N.O.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Statistical data on most social, demographic, and environmental indicators are collected most often once a year. Such series are available only for small amounts of data of a few years, i.e., short time series. Most existing clustering methods are not suitable for analysing short time series. Therefore, it becomes an actual problem how to present information about numerical series so that it is sufficient for the purposes of clustering tasks for short time series.

In recent scientific literature, there have been publications recommending the inclusion of additional information derived from statistical indicators of time series data, along with time-invariant indicators that characterise their dynamics and variability.

The task of choosing measures of series proximity remains relevant. Existing studies on the comparative analysis of proximity measures tend to show that the Euclidean distance is the best quality in time series clustering tasks.

In this paper, the authors studied time series reflecting the number of various skin disease cases in the regions of Ukraine over a certain period of time. The results of clustering such time series make it possible to compare the data and identify groups of regions of Ukraine with the «same» situation on this issue.

Further studies will identify the causes of the respective morbidity rates, such as water, air, and environmental pollution. To solve this problem, cluster analysis procedures for short time series with three proximity measures were performed: Euclidean distance, a measure based on the series' statistical characteristics, and a measure characterising the dynamics of the numerical series.

As demonstrated by the results of the performed procedures, proximity measures based on the computation of statistical characteristics and dynamic properties of time series have confirmed their reliability, enabling their use in clustering tasks involving short time series. This also supports the confident application of variability-based features, such as sequences of second-order differences, as valid proximity measures for time series data.

The clustering results of the analysed time series of morbidity rates for the selected three regions of Ukraine will be further examined to identify the underlying factors driving the observed grouping of oblasts into clusters, as well as the causes of anomalous morbidity levels for certain skin diseases in specific cities within the regions. These anomalies are generally associated with environmental indicators such as air and water quality deviations. The exact nature and magnitude of the morbidity risks will require further investigation in dedicated studies.

INFORMATION TECHNOLOGY FOR DETERMINING THE POPULATION SIZE OF NATURAL FISH POPULATIONS

Kolomiichenko V. K., Porvan A. P., Vysotska O. V.
National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute», Kharkiv, Ukraine

The manifestations of global climate change are currently capable of leading to a range of extreme situations. Such changes have occurred repeatedly in the geological history of our planet, often creating extreme or even catastrophic conditions. Today, we are witnessing an exceptionally rapid development of global climate change, which also poses serious biosafety risks. This necessitates a significant shift in perspective on the so-called «Commoner's Law».

Resource management strategies based on this «law» should now be replaced by others that involve the development of modern methods for monitoring and adjusting the dynamic balance of natural, particularly biological, systems. These methods must enable the collection of factual data across large areas under time constraints for decision-making. This also applies to the study of ichthyofauna. In this context, the role of remote (aerospace) methods for collecting ecological information is increasing.

An information technology (IT) system was developed to determine fish population size, based on a combination of logical inference methods and Altshuller's invention algorithm. At the first stage, the IT system uses natural language programming tools combined with artificial intelligence capabilities and Altshuller's algorithm.

At the next stage, logical inferences are verified through multifactor analysis of RGB models of digital photographs of *Salmo salar* coloration, obtained remotely.

A comparative analysis of the correlation structure of colorimetric parameters across different parts of the fish body is then performed. These parameters reflect the ratio between the red and green components of fish coloration, as well as systemic colorimetric indicators that have analogies with patterns observed in the Margalef model of ecological succession dynamics.

At the following stage, using Altshuller's invention algorithm in combination with AI tools, contradictions are formulated between the demands for variability and uniformity of the above-mentioned colorimetric parameters within the adaptive coloration strategies of different fish species. These identified contradictions are then verified, and based on a comparative analysis of the correlation structures of RGB parameters, a numerical ratio between male and female individuals is determined.

Thus, the integration of AI methods with Altshuller's invention algorithm in the IT framework enables the application of the developed technology to address fundamental problems in biology, particularly those related to monitoring the population size of commercially important fish species.

REMOTE CONTROL OF THE ROBOT MANIPULATOR

V.L. Kostenko, M.V. Yadrova, S.B. Kondratyev, I. I. Bytskalo
Odesa Polytechnic National University, Odesa

The aim of this work is to expand the functional capabilities of the intelligent control subsystem of the robot manipulator (RM) to safely grasp an object of arbitrary shape. To achieve this goal, a hardware–software subsystem for the remote control of a robotic manipulator, designed for the safe grasping of an object of arbitrary shape, has been developed.

As a prototype for the subsystem, an intelligent hardware–software subsystem described in our work [1] was used. The development of the subsystem's software included creating the manipulator's software with machine vision cameras, the microcomputer, and a web application, taking into account established RM control systems. The Python language is used throughout the developed subsystem. For the web application, the WebStorm development environment from JetBrains and the Flask framework were chosen.

The functional part of the developed subsystem performs tasks such as moderation, collective administration, user feedback, real-time programming of the microcomputer, and connecting to a local network or the Internet. It allows for the involvement of a team of competent users – including both unauthorized and authorized users, experts, and administrators.

Research has shown that the proposed remote control subsystem extends the functional capabilities of the hardware–software object-grasping subsystem of the robotic manipulator. In addition to the functions of automatic object grasping, the remote adjustment of precision and the technological aspects of grasping, by remotely controlling and correcting the inclination angles of the servomotors, enables high-precision positioning of objects relative to each other, as well as precise force application by the working manipulator for performing exact operations with explosive objects and in precision machine building. Individual errors in the operation of the subsystem were of an instrumental nature and were corrected by selecting the appropriate hardware part, while the process of automatic capture and movement of the object was remotely controlled by one or several users, depending on the production task. The reliability of object grasping is further enhanced by the subsystem's ability to involve an additional team of competent users. The proposed system thus increases the degree of automation while providing the possibility for moderation, collective administration, and user feedback.

References

1. Kondratyev S., Kostenko V., Yadrova M. Contour method for positioning objects in mobile computer vision systems. *Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: New solutions in modern technologies*. – Kharkiv: NTU "KhPI". 2021. № 2 (8). P. 62–69. doi:10.20998/2413-4295.2021.02.09.

INTERACTIVE PROTOTYPE FOR FRACTAL ANALYSIS OF MEDICAL IMAGES

Lychkatyi O.Ye., Povorozniuk A.I.
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv

Breast cancer remains one of the leading causes of female mortality worldwide. Timely diagnosis significantly increases the likelihood of successful treatment, but the accuracy of detecting pathologies at early stages often depends on the quality of the image and the experience of the specialist. Fractal analysis, in particular the multifractal approach, allows to quantify the complexity of tissue structure and can be used to support decision-making when analyzing mammograms [1, 2]. Fractal approaches have already been used in the analysis of medical images of various nature, from histological specimens to breast images, some of which exhibit morphological characteristics that are well suited to fractal description [3].

The aim of this work is to create a prototype of a digital service that allows testing various methods of fractal analysis of medical images. A basic web platform has been implemented with the ability to process mammograms directly in a browser, without installing software. This approach is especially important given the limited resources of medical institutions in Ukraine, which is suffering from a full-scale war, as well as the high cost and complexity of implementing off-the-shelf foreign solutions. Online access to the tool allows doctors to upload a mammogram, get the processing result and visualization without the need for additional settings.

The developed programming prototype implements two approaches: classical fractal analysis (box-counting) and the DBC method (differential box-counting, which takes into account the brightness of pixels). Image preprocessing (breast extraction, normalization) and visualization of the results in the form of graphs have been added, allowing to assess the characteristic of the image and the value of the D parameter. The current results demonstrate the functionality of the implemented methods, but further research is needed to identify a stable correlation with diagnoses.

References

1. Tahir M.W., Aslam M., Yasin H., et al. *Breast cancer detection using mammogram images with improved multi-fractal dimension approach and feature fusion*. Appl. Sci. 2021, 11(24), 12122. https://doi.org/10.3390/app112412122

2. Padmapriya G., Saranya P., Subha M. *Classification of mammographic ROI for microcalcification detection using multifractal approach*. J Digit Imaging 2022. https://doi.org/10.1007/s10278-022-00677-w

3. Jarynowski A., Buda A. *Fractal dimension in morphology and medicine: theoretical bases and practical application*. Inter Collegas. 2022;9(3):287–295.

INTELLIGENT SUPPORT METHODS FOR FORECASTING INNOVATIVE SOLUTIONS IN BME

Ovcharenko G.R.
National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv

The trend of implementing decision support methods for planning, forecasting, and optimizing certain processes in various industries continues. In recent years, the integration of artificial intelligence technologies into these methods has been intensively developed. Intelligent decision support systems (DSS) are increasingly being implemented in both purely technical areas and in the healthcare sector. Methods of forecasting the development of open nonlinear systems, which include medical and technical systems of biomedical engineering, are becoming more widespread [1, 2]. This interest of scientists produces a significant number of studies on these issues, which requires evaluation and analysis.

The selection of optimal solutions in multicriteria problems remains an urgent problem, given the constant increase in alternatives and selection criteria, especially when assessing and predicting the behavior of open nonlinear systems. New methods of combining AHP, MAHP, ELECTRE, TOPSIS and SMART methods and others are being introduced. Criterion selection technologies are being improved, and the efficiency of classification algorithms is increasing. However, the optimal ratio between the resistance of the proposed methods to noise, which is critical for tasks with high reliability requirements, such as the medical field, computational complexity, speed, and the ability to compare alternatives in the face of a conflict of criteria, has not yet been found [3].

One way to solve these problems is to implement the TRIZ principles. Especially for intelligent DSS, the fundamental feature of which is the availability of feedback and the ability to adapt to changes in input processes. Methods are being developed to implement TRIZ at different stages of decision support. The basic principles of the theory are actively used, such as the laws of technical systems development, search for contradictions in system development, etc [1]. The greatest use of TRIZ principles is observed in improving methods for forecasting the development of technical, biological and social systems. However, the peculiarities of applying the theory's principles to the forecasting of biotechnical and medical-technological systems, taking into account their emergence, remain a matter of debate.

References:

1.Semantic TRIZ feasibility in technology development, innovation, and production A systematic review / M. Ghane et al. Heliyon. 2023. P. e23775. URL: https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e23775

2.TRIZ Trend of Engineering System Evolution: A Review on Applications, Benefits, Challenges and Enhancement with Computer-aided Aspects / M. Ghane et al. Computers & Industrial Engineering. 2022. P. 108833. URL: https://doi.org/10.1016/j.cie.2022.108833

3.Development of estimation and forecasting method in intelligent decision support systems / Q. A. Mahdi et al. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2021. Vol. 3, no. 9(111). P. 51–62. URL: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.232718

DEVELOPMENT OF AN ELECTRONIC REPOSITORY OF BIOMEDICAL SIGNALS AND IMAGES

Porvan Andrii, Slepchenko Angela
National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute», Kharkiv

The massive transformation of the Internet at the beginning of the 21st century has contributed to key changes in the field of hosting and distributing open scientific knowledge. This also applies to the field of health care.

Open science has become a noticeable phenomenon and laid the foundation for the development of the general concept of open data, the main provisions of which were approved in the Berlin Declaration in 2010.

One of the components of the distribution of open data are various information platforms and repositories that provide the ability to search, view and use the data placed in them. The concept of open data has become the basis for the emergence of a number of projects working in the paradigm of open science, which is especially relevant for the medical field of knowledge, since most discoveries and achievements of a medical nature are always significant not only from a theoretical but also from a practical point of view. Their dynamism and diversity require constant tracking of new sources of information, assessment of their reliability and quality.

The classic structure of a biomedical signal and image repository usually includes several main components, such as descriptive metadata, technical metadata, signals and images. Moreover, this imposes restrictions on the creation of such an information resource. In addition, many conditions are imposed on such banks, which are related to the confidentiality of personal data, and the scalability of the data storage and the features of its placement. Their small number confirms all this.

During the development of the cloud repository, we analyzed the main processes that can occur in the repository. If we consider the repository from a global level, it is a set of modules that accept input parameters, based on which output parameters are formed.

The following were used to implement the electronic repository of biomedical signals and images are the IntelliJ IDEA development environment, the Java programming language for writing the server-side, the HTML hypertext markup language using JSP technology for organizing the web interface, the CSS markup language using the Bootstrap library for developing the graphical user interface, the Maven project build automation technology, Apache Tomcat for deploying the application on a local server, Git for versioning the developed system, and a NoSQL database for justification and comparison with the architectural level.

Thus, this combination of IT and its implementation tools allows for the creation of an easy-to-use, accessible electronic repository of biomedical signals and images.

CHALLENGES OF PSYCHOLOGY INFORMATIZATION AT THE PRESENT STAGE

Vysotska O. V., Kudlai O. I.
National Aerospace University "Kharkiv Aviation Institute", Kharkiv

The informatization of psychology is an integral part of the modern development of science and practice. However, it is accompanied by a number of significant issues that require a systematic approach to resolution.

It is digital technologies that open new horizons for research, improve the effectiveness of psychodiagnostics, and expand access to psychological assistance in the context of a rapidly changing information society.

Special attention must be given to ensuring the confidentiality and protection of clients' personal data when using digital platforms. Psychological data often include personal experiences, information about mental health, emotional state, and family or interpersonal conflicts. The leakage of such data can cause serious harm to an individual. Clients often do not read the terms of use and are unaware of where and how their data is stored. Even when "informed consent" is signed, it does not always reflect a fully informed understanding of digital data processing. Many online services do not comply with international cybersecurity standards.

The lack of a clear regulatory framework for the use of artificial intelligence (AI) in psychological practice creates risks of legal and ethical uncertainty. Most intelligent information systems operate as "black boxes"–even developers cannot always explain how a particular recommendation was generated. This complicates error analysis, legal examination, and justification of decisions made for clients.

Another critical issue is the insufficient level of digital literacy among psychologists, as well as the lack of standardized methods for assessing the effectiveness of digital diagnostic and therapeutic tools. Most digital tests and applications do not undergo the necessary psychometric validation.

Ethical codes of conduct for psychologists lag behind the pace of technological advancement, which complicates the regulation of new forms of digital interaction with clients–particularly online therapy involving chatbots and automated systems.

A necessary condition for further development is interdisciplinary collaboration among specialists in psychology, information technology, law, and ethics. The full integration of digital solutions into psychological science and practice can only be achieved through the combination of scientific validity, ethical responsibility, and technological competence.

CURRENT STATE AND DEVELOPMENT PROSPECTS OF THE INTERNET OF BODIES IN MEDICINE

Vysotska O., Zjubanova N.
National Aerospace University "Kharkiv Aviation Institute", Kharkiv

The Internet of Bodies (IoB) is a concept related to the integration of technologies into the human body for the collection, analysis, and transmission of data via the Internet. Despite the fact that IoB is still in the early stages of development, it is clear that it will have a profound impact on the quality of life for people.

IoB technologies can include various devices that directly affect the physical state of a person. The main goal of IoB is to improve medical services through real-time data collection, enabling more accurate diagnoses and treatment adjustments.

Tech giants, such as Apple, Google, and Medtronic are actively working on the development and implementation of IoB in medicine.

IoB is rapidly evolving, and today we already have a number of real-world applications in medicine: medical implants, such as pacemakers, insulin pumps and others, fitness trackers, telemedicine devices that provide remote patient monitoring, tracking physical activity, pulse, stress levels and other parameters which help in the prevention and treatment of diseases.

Although IoB has the potential to significantly improve people's lives; there are serious risks related to privacy, security and ethics. The important part of IoB development is the creation of clear international standards to ensure data security and ethical use of technologies including medical monitoring.

The implementation of artificial intelligence and big data analysis methods and technologies will allow for more accurate predictions of disease development based on biometric data collected by IoB devices. This will enable doctors to make more informed decisions about patient treatment and provide personalized care.

The integration of IoB into telemedicine could help to create a high-quality, unified platform for real-time patient health monitoring, allowing doctors to more effectively monitor patients' conditions and prevent complications. IoB may become especially important in remote areas where access to traditional medical care is limited.

Thus, IoB has great potential to improve the quality of life for patients, particularly through health monitoring, disease prevention and improving treatment processes. However, to ensure the effectiveness and safety of medical care, it is necessary to address data protection issues, develop clear ethical and legal standards.

ЗАСТОСУВАННЯ 3D-ДРУКУ ДЛЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ПЛАНУВАННЯ В РИНОЛОГІЇ

Александренко А.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків

Ринологія, як галузь хірургії, що займається лікуванням захворювань носа та навколоносових пазух, вимагає високої точності та детального передопераційного планування. Традиційні методи навчання та планування часто базуються на узагальнених анатомічних моделях, що не завжди відображають індивідуальні особливості будови носової порожнини конкретного пацієнта [1]. Розвиток інтелектуальних технологій, зокрема 3D-друку, відкриває нові можливості для створення пацієнт-специфічних тренувальних систем, що може значно покращити якість хірургічного планування та навчання.

Незважаючи на прогрес у візуалізаційних технологіях, зокрема комп'ютерній томографії (КТ), тривимірне розуміння складної анатомії носової порожнини залишається важливим викликом для хірургів-ринологів [3].

Метою даної доповіді є дослідження потенціалу застосування технологій 3D-друку для створення індивідуальних тренувальних систем, що використовуються для комп'ютерного планування в ринології. Застосування технологій 3D-друку для створення індивідуальних тренувальних систем має значний потенціал для революціонізування підходів до комп'ютерного планування та навчання в ринології [2]. Пацієнт-специфічні моделі забезпечують хірургам краще розуміння індивідуальної анатомії, можливість відпрацьовувати складні хірургічні маніпуляції та покращувати комунікацію з пацієнтами. Подальші дослідження в цьому напрямку сприятимуть оптимізації процесів створення моделей та їхньому ширшому впровадженню в клінічну практику, що, в свою чергу, призведе до підвищення якості та безпеки хірургічного лікування ринологічних захворювань.

Література:

1. Інтелектуальні технології в медичній діагностиці, лікуванні та реабілітації: монографія / [С.В. Павлов, О.Г. Аврунін, С.М. Злепко, Є.В. Бодянський та ін.]; за редакцією С. Павлова, О. Авруніна. – Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К», 2019. – 260 с.

2. Avrunin, O., Shushlyapina, N., Nosova, Y., Bogdan, O. (2016), "Olfactometry diagnostic at the modern stage", Bulletin of NTU "KhPI". Series: New solutions in modern technologies, NTU "KhPI", Kharkiv, No. 12 (1184), pp. 95-100, doi:10.20998/2413- 4295.2016.12.13.

3. Avrunin, O.; Tymkovych, M.; Saed, H.F.I.; Loburets, A.; Krivoruchko, I.; Smolarz, A.; Kalimoldayeva, S. Application of 3D printing technologies in building patient-specific training systems for computing planning in rhinology. In Information Technology in Medical Diagnostics II– Proceedings of the International Scientific Internet Conference on Computer Graphics and Image Processing and 48th International Scientific and Practical Conference on Application of Lasers in Medicine and Biology; CRC Press: Boca Raton, FL, USA, 2019; pp. 1–8

ТРЕНДИ ПАТЕНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У МЕДИЦИНІ

Артамонова Н.О., Павліченко Ю.В.

Державна установа «Інститут медичної радіології та онкології ім. С П. Григор'єва Національної академії медичних наук України», м. Харків

Медицина – одна з найважливіших сфер людської діяльності, в якої активно використовується штучний інтелект (ШІ). Ці інноваційні розробки швидко розвиваються через неймовірний потенціал ШІ, який стає все більш доступним у всьому світі.

Дослідження проведено з використанням цифрового ресурсу PATENTSCOPE (WIPO). Загальний масив патентних документів за «artificial intelligence medicine» склав 1185, «diseases and artificial intelligence» – 895, зокрема за Міжнародною патентною класифікацією (МПК) A61B – 194. За терміном «Visualization and artificial intelligence» – 763, зокрема за МПК A61B – 50.

Слід відзначити, що зростання активності патентування медичних розробок ШІ почалося з 2020 року (119 док.), найбільша активність була у 2023 р. (261 док.).

За результатами дослідження було створено відповідні графіки. Аналіз структури патентування свідчить про те, що за останні роки серед країн світу провідною став Китай (910 док.), а США тільки на четвертому місці (47 док.).

Що стосується тематичного розподілу патентів за «artificial intelligence medicine, то визначено такі класи МПК: G16H (474 док.) – комп'ютерні технології в медицині, тобто інформаційно-комунікаційні технології, спеціально пристосовані для роботи з даними або для обробляння даних у сфері медицини або охорони здоров'я, G06N (307) – обчислювальні пристрої, що ґрунтуються на специфічних обчислювальних моделях, A61B (261) – діагностика; хірургія; ідентифікування.

Таким чином, основні тенденції інноваційних технологій штучного інтелекту в медицині згідно МПК G16H ґрунтуються на використанні алгоритмів та програмного забезпечення для наближення людських знань при аналізі складних медичних даних.

Ці технології ШІ ґрунтуються на використанні індивідуального підходу до діагностики та лікуванню, а також на покращенні якості лікування завдяки: відстеженню стану пацієнтів, збиранню та накопиченню даних пацієнтів; створенню індивідуальних планів лікування для кожного пацієнта; забезпеченню ранньої діагностики. Багато винаходів присвячено питанням фармаконагляду на основі ШІ в контексті персоналізованої медицини та видачі ліків.

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ОЦІНКИ ПСИХОЕМОЦІЙНОГО СТАНУ ЗА ПАРАМЕТРАМИ ЕЛЕКТРОФІЗІОЛОГІЧНИХ СИГНАЛІВ

Висоцька О. В., Порван А. П., Білецька С. Є.
Національний аерокосмічний університет «Харківський авіаційний інститут», м. Харків

Психоемоційний стан людини суттєво впливає на її поведінку, працездатність та загальне самопочуття. Точна і своєчасна оцінка цього стану має важливе значення у психофізіології, медицині та суміжних сферах. Застосування електрофізіологічних методів, зокрема електроенцефалографії (ЕЕГ), електрокардіографії (ЕКГ), електроміографії (ЕМГ), шкірно-гальванічної реакції (ШГР) дає змогу отримувати об'єктивні дані про функціонування нервової та серцево-судинної систем.

На сучасному етапі виникає об'єктивна необхідність у створенні інформаційних технологій і систем здатних у режимі реального часу здійснювати точну та швидку оцінку психоемоційного стану людини на основі біосигналів. Особливо важливим є виявлення стресу, оскільки саме цей стан може негативно впливати на прийняття рішень, концентрацію уваги, а також призводити до емоційного вигорання, порушень у роботі серцево-судинної та нервової систем.

Одним з показників наявності емоційного стресу є зміна потовідділення. Відомо, що потовиділення, яке реєструється за допомогою ШГР, може миттєво змінюватись у відповідь на емоційні реакції, такі як страх, тривога або хвилювання. Це дає додаткову інформацію про реакцію організму на стрес, яку ЕКГ і навіть ЕЕГ неспроможні точно зафіксувати. ЕКГ не відображає безпосередньо процеси, що відбуваються у центральній нервовій системі, які є ключовими у формуванні психоемоційного стану.

Розроблено інформаційну технологію, яка забезпечує надійну оцінку психоемоційного стану людини шляхом комплексного аналізу електрофізіологічних сигналів (ЕКГ, ЕЕГ, ШГР) із використанням сучасних методів обробки та інтелектуального аналізу даних .

Комплексний підхід передбачає синхронну реєстрацію декількох електрофізіологічних сигналів і дозволяє враховувати як кардіальні, так і нейрональні маркери стресу, що суттєво підвищує точність діагностики стресу.

За допомогою дискримінантного аналізу з високою точністю було відокремлено ознаки, які найбільш суттєво впливають на розподіл між двома класами: «стрес» та «нейтральний стан».

Запропонована технологія має перспективи застосування в психологічному консультуванні, телемедицині, навчальних системах і системах безпеки.

Подальші дослідження передбачають розширення бази сигналів, покращення точності та адаптацію до індивідуальних особливостей пацієнтів.

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИЗНАЧЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ЗДІБНОСТЕЙ ЛЮДИНИ ЗА ДОЛОННИМИ ДЕРМАТОГЛІФАМИ

Висоцька О. В., Порван А. П., Деміденко К. О.
Національний аерокосмічний університет «Харківський авіаційний інститут», м. Харків

Розвиток інтелектуального потенціалу нації є важливим завданням, яке потребує комплексного підходу та активних зусиль суспільства. Визначення рівня інтелектуальних здібностей є одним із ключових аспектів у науці про людину. Однак традиційні методи вимірювання інтелекту, зокрема тести IQ, не завжди дають точну картину, враховуючи різноманіття факторів, які впливають на розумові здібності.

Одним із перспективних напрямків є дослідження шкірних візерунків пальців та долонь – дерматогліфів, що формуються в період внутрішньоутробного розвитку, одночасно з розвитком головного мозку і тісно пов'язані з фізіологічними та психофізіологічними характеристиками людини. Ці візерунки є стабільними протягом життя людини і не змінюються, що робить їх цінним інструментом для дослідження різноманітних аспектів психофізіологічного стану особистості.

Необхідність автоматизації процесу аналізу дерматогліфів є важливою, оскільки традиційні методи дослідження візерунків папілярних ліній мають суттєві обмеження у точності та швидкості обробки даних. Автоматизація дозволяє систематизувати процеси, зменшити людський фактор і ймовірність помилок.

Розроблено інформаційну технологію визначення інтелектуальних здібностей людини, що базується на методах Векслера і дактелоскопії та дозволяє за загальним гребеневим рахунком, частотою візорункових типів, розташуванням осьового трирадіуса, величиною кута *atd* визначати інтелектуальні здібності людини з врахуванням рівня тревожності.

Розроблена ІТ покладена в основу розробки біотехнічної системи визначення інтелектуальних здібностей людини, програмна складова якої дозволяє автоматизувати процес визначати інтелектуальні здібності людини за невеликою кількістю дактилоскопічних показників, які мають високу достовірність, є змістовними та інформаційно доступними.

Застосування цієї технології в реальному житті може значно покращити процес оцінки інтелектуальних здібностей людей, зробивши його доступнішим і надійнішим. Однак для успішного впровадження необхідно проводити подальші дослідження та вдосконалення розробленої технології

ДІАГНОСТУВАННЯ ПОРУШЕНЬ МЕНТАЛЬНОГО ЗДОРОВ'Я ЗА ДОПОМОГОЮ БАЙЄСІВСЬКИХ МЕРЕЖ

Вороненко М.О.[1], Бондаренко О.Є.[2]

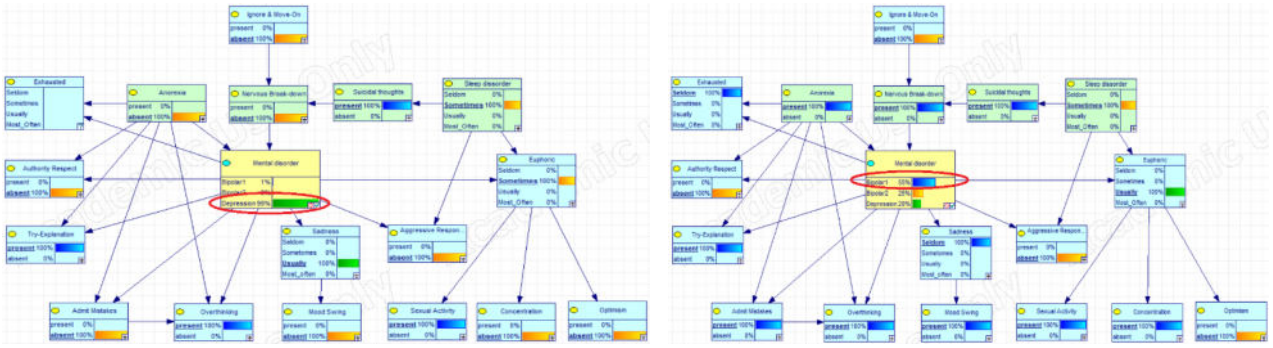
[1]***Національний університет «Одеська політехніка», м. Одеса***

[2]***Херсонський національний технічний університет, м. Хмельницький***

Порушення ментального здоров'я є однією з найважливіших проблем сучасної охорони здоров'я, своєчасне та точне діагностування якого є критично важливим для надання ефективної допомоги та покращення якості життя пацієнтів. Традиційні методи діагностики базуються на суб'єктивних оцінках та клінічному досвіді, тому застосування ймовірнісних методів відкриває нові перспективи для об'єктивізації та підвищення точності діагностичного процесу [1]. База даних для дослідження включала записи про 120 пацієнтів, кожен із цих записів описувався 18 ознаками:

- бінарними, що позначають наявність чи відсутність ознаки;
- постійними, що виражають значення ознаки [2].

Кожен запис належав до одного з 3-х розладів ментального здоров'я: депресія, біполярний розлад 1-го типу і біполярний розлад 2-го типу. Моделювання здійснювалось в програмному середовищі GeNie2.3 [3]. Структурна модель оцінки ментального здоров'я представлена на рис. 1.



а) б)

Рис 1. Структурна модель діагностування: а)депресивних станів пацієнта; б) стану «Біполярний розлад типу 1».

Результати дослідження показують, що запропонована модель діагностує стан «Депресія» з ймовірністю 93-99%, стан «Біполярний розлад типу 1» з ймовірністю 43-55% і не придатна для діагностування стану «Біполярний розлад типу 2». Діагностування інших порушень ментального здоров'я стане предметом майбутніх досліджень.

Література:

1. Voronenko M., et al. Development of bayesian network`s dynamic models: monogr.- Ust-Kamenogorsk: EKTU, 2024. – 126 p. ISBN 978-601-208-858.

2. Voronenko M., et al. Using Bayesian Methods in the Task of Modeling the Patients' Pharmacoresistance Development. IAPGOŚ 2022, 12(2), p.77-82, p-ISSN 2083-0157, e-ISSN 2391-6761, http://doi.org/10.35784/iapgos.2968.

3. Laboratory. D. S. (1998). GeNIe & SMILE. Available: http://genie.sis.pitt.edu/about.html#genie).

МЕТОДИ ПОПЕРЕДНЬОЇ ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ ПРИ ПЛАНТОГРАІЧНІЙ ДІАГНОСТИЦІ

Галушко Д.Є., Носова Т.В., Носова Я.В.
Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків

Плантографічна діагностика використовується для виявлення різноманітних патологій стопи людини, зокрема таких як плоскостопість, нерівномірний розподіл навантаження та різні види деформацій. Це неінвазивний і надзвичайно важливий метод оцінки стану стопи, особливо в контексті фізичної реабілітації [1]. Для його проведення застосовуються спеціальні пристрої – плантографи, які фіксують відбитки стоп за допомогою різних фізичних принципів. Отримані зображення підлягають візуальній інтерпретації, що підкреслює актуальність розробки методів автоматизованого аналізу плантографічних зображень для визначення діагностичних параметрів стану стопи.

Сучасна тенденція полягає в інтеграції цього методу з телемедичними сервісами [2]. Перед сегментацією та аналізом зображень обов'язково проводиться попередня їх обробка [3], яка дозволяє усунути спотворення, що виникають під час знімання. Основними проблемами є шум, особливо при недостатньому освітленні, відблиски та нерівномірне світлове заповнення кадру. Це потребує застосування методів низькочастотної, медіанної та логічної фільтрації, корекції фону та виявлення артефактів з їх подальшим усуненням. Ефективна попередня обробка плантографічних зображень повинна базуватися на комплексному підході, адаптованому до специфіки методу отримання зображень та властивих йому завад. Вона має бути повністю узгоджена з подальшими етапами сегментації стопи та визначення її геометричних характеристик. Лише за цих умов можна забезпечити високу точність автоматизованого аналізу плантографічних даних. Визначення та обґрунтування ефективних методів попередньої обробки є метою подальших досліджень.

Література:

1. Інтелектуальні технології в медичній діагностиці, лікуванні та реабілітації: монографія / [С.В. Павлов, О.Г. Аврунін, С.М. Злепко, Є.В. Бодянський та ін.]; за редакцією С. Павлова, О. Авруніна. – Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К», 2019. – 260 с.

2. Sokol, Y., Avrunin, O., Kolisnyk, K., & Zamiatin, P. (2020). Using medical imaging in disaster medicine. Paper presented at the 2020 IEEE 4th International Conference on Intelligent Energy and Power Systems, IEPS 2020 - Proceedings, 287-290. doi:10.1109/IEPS51250.2020.9263175

3. Місоченко С. Ю. Дослідження використання вірогіднісних методів у сфері обробки біомедичних зображень / С. Ю.Місоченко, К. Г. Селіванова, О. Г. Аврунін // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXX міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD2022, 19-21 жовтня 2022 р. – Харків : НТУ «ХПІ», 2022. – С. 902.

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ РОЗРОБКИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ СТОМАТОЛОГІЧНОЇ КЛІНІКИ

Дацок Є.О., Яковлева О.В.
Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків

У роботі представлено результати аналізу архітектурних і технологічних рішень для створення інформаційної системи (ІС) стоматологічної клініки. Мета дослідження – обґрунтувати вибір структури бази даних та інструментів її реалізації з урахуванням особливостей предметної області, обсягу даних і вимог до надійності, продуктивності та масштабованості.

На основі аналізу предметної області сформовано такі вимоги: підтримка складної структури взаємопов'язаних сутностей (пацієнти, лікарі, діагнози, візити, послуги, медикаменти, рентген-знімки), забезпечення транзакційності, контролю доступу та цілісності даних. Проведено порівняльне оцінювання моделей зберігання – реляційна, документо-орієнтована (NoSQL) та графова. Як систему управління базами даних обрано Microsoft SQL Server, що забезпечує стабільну роботу при високих навантаженнях, має вбудовані механізми безпеки, підтримку розмежування прав доступу, а також розвинуті аналітичні можливості. Модель даних розроблена за допомогою ER-діаграм у CASE-засобі Erwin, реалізована в нормальних формах до 3НФ, протестована на відповідність вимогам реляційної моделі [1].

Проведено тестування двох підходів до інтеграції з базою даних: Entity Framework та Dapper. Dapper обрано через значно вищу швидкодію, контроль над SQL-запитами та відсутність надлишкових абстракцій [2]. ІС реалізована мовою C# у середовищі Visual Studio, із використанням Windows Forms для побудови інтерфейсу. Передбачено авторизацію користувачів із поділом на ролі: «адміністратор», «лікар», «рентгенолог». Реалізовано функціонал керування прийомами, формування медичних карток, призначення послуг, збереження результатів рентгенографічних досліджень, друк фінансових звітів, формування статистики (відвідуваність, прибутковість, рейтинг лікарів). ІС дозволяє розраховувати вартість візиту з урахуванням коефіцієнтів складності лікування та витрат матеріалів.

Отримані результати демонструють ефективність використання реляційного підходу у сфері медичної автоматизації. Надалі планується дослідження можливості інтеграції інтелектуальних модулів (наприклад, прогнозування пропущених візитів чи автоматизованого розподілу пацієнтів за лікарями) для підвищення функціональності системи.

Література:

1. Database normalization description - Microsoft 365 Apps. Microsoft Learn: Build skills that open doors in your career. URL: https://learn.microsoft.com/en-us/office/troubleshoot/access /database-normalization-description (дата звернення: 19.04.2025)

2. Simplify and optimize: how dapper, the micro orm, transforms data retrieval into a seamless and efficient process. medium.com. URL: https://medium.com/@nirajranasinghe/simplify-and-optimize-how-dapper-the-micro-orm-transforms-data-retrieval-into-a-seamless-and-d30b6f9799d1 (дата звернення: 19.04.2025).

АВТОМАТИЗАЦІЯ ЛОГІСТИКИ ПОСТАЧАННЯ ТОВАРІВ ЗАСОБАМИ API З УРАХУВАННЯМ СОЦІАЛЬНИХ ПОТРЕБ

Думенко А. М., Романюк О. Н.
Вінницький національний технічний університет
м. Вінниця

В роботі розглянуто питання підвищення ефективності процесу оформлення замовлень на постачання товарів шляхом інтеграції прикладних програмних рішень. Актуальність обраного напрямку зумовлена зростаючою динамікою змін у зовнішньому середовищі, що вимагає від підприємств підвищеної гнучкості та адаптивності в логістичному управлінні.

Окрему увагу приділено аналізу соціально-економічних параметрів, які суттєво впливають на процес формування оптимальних маршрутів доставки. Зокрема, в умовах кризових явищ політичного, економічного або екологічного характеру, особливо в регіонах з обмеженою інфраструктурною доступністю, надійність логістичних ланцюгів набуває особливого пріоритету для забезпечення соціальної стійкості.

Запровадження систем пріоритетного розподілу замовлень з урахуванням дистрибуційних факторів дозволяє оптимізувати використання ресурсів, що реалізується на базі технологій обробки потокових даних у режимі реального часу. Це дає змогу заздалегідь ідентифікувати потенційні порушення постачання та своєчасно вживати відповідних заходів реагування.

Архітектура запропонованого технічного рішення ґрунтується на концепції комплексного підходу, що об'єднує як інженерно-технологічні, так і соціальні аспекти. Зокрема, оцінюються параметри транспортної інфраструктури, доступність ресурсів, суспільна значущість замовлень та необхідність термінової доставки.

Отже, інтеграція API-технологій у процеси управління замовленнями сприяє підвищенню продуктивності логістичних операцій та забезпечує адаптивність систем постачання в умовах інфраструктурної або соціально-економічної нестабільності

Літератури

1. Durugbo C., Al-Balushi M. Supply chain management in times of crisis: a systematic review // *International Journal of Production Research*. 2021. URL: https://www.semanticscholar.org/paper/Supply-chain-management-in-times-of-crisis (дата звернення: 19.04.2025).

2. Чупріна М. О., Григорак М. Ю., Стець О. В. Інформаційні технології в логістиці: Конспект лекцій. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2025. 112 с. URL: https://ela.kpi.ua/bitstreams/73fcffdc-d216-4776-9a8a-75e2c54c03d6/download (дата звернення: 19.04.2025).

ВПЛИВ ПОКАЗНИКІВ ШКІРИ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТРАНСДЕРМАЛЬНИХ ЗАСОБІВ

Єніна П., Дацок О.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків

Ефективність трансдермальної доставки лікарських засобів значною мірою залежить від фізіологічного та електрохімічного стану шкіри. Серед основних чинників, що визначають проникність епідермального бар'єра, важливу роль відіграють електричний імпеданс і pH шкіри. Ці параметри відображають стан рогового шару і дозволяють оцінити бар'єрну функцію шкіри [1], [2].

Електричний імпеданс шкіри формується як сумарний опір, що включає резистивну та ємнісну складові. Його значення залежить від гідратації рогового шару, організації ліпідної матриці та цілісності епідермісу. Високий імпеданс свідчить про щільну структуру бар'єра та низьку проникність, тоді як його зниження свідчить про порушення шкірного захисту, що може бути спричинене зовнішніми факторами або методами посилення проникнення (іонофорез, електропорація). В доклінічних дослідженнях значення понад 10 кОм·см² вважається індикатором інтактності шкірного зразка. Крім того, імпеданс дозволяє в реальному часі контролювати динаміку проникнення препарату, що робить його корисним засобом неінвазивного моніторингу. Показник pH шкіри в межах 4,5 – 5,5 забезпечує утворення «кислої мантії», яка захищає від патогенів, регулює активність ферментів і підтримує гомеостаз рогового шару. Зміщення pH у лужний бік призводить до дисфункції ліпідного бар'єра та збільшення трансепідермальної втрати вологи. Також pH впливає на іонізаційний стан діючих речовин, від чого залежать їх розчинність та здатність до проникнення. Сумісний аналіз pH і імпедансу дозволяє комплексно оцінити стан шкіри з точки зору впливу проникнення крізь шкуру лікарських засобів. Так, під час застосування електрофізичних методів доставки pH шкіри може впливати на ефективність переносу діючих речовин [3]. У клінічній практиці, особливо при патологічних станах шкіри, необхідна індивідуальна оцінка цих параметрів для підбору лікарської форми.

Перспективним напрямом є розробка «розумних» трансдермальних систем, які здатні адаптувати вивільнення препарату відповідно до змін локальних характеристик шкіри. Це відкриває нові можливості для персоналізованої терапії та підвищення ефективності лікування.

Література:

1. Jasnath P. et al. Transdermal Drug Delivery Systems: Current Status and Future Prospects // International Journal of Pharmaceutical Sciences. 2024. Vol. 2, Issue 7. P. 1113–1122. – DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.12740601

2. Vaseem R.S. et al. Transdermal Drug Delivery Systems: A Focused Review of the Physical Methods of Permeation Enhancement // Advanced Pharmaceutical Bulletin. 2024. Vol. 14, No.1. P. 67 – 85. DOI: https://doi.org/10.34172/apb.2024.018.

3. Chantasart, Doungdaw et al. "Investigation of pH Influence on Skin Permeation Behavior of Weak Acids Using Nonsteroidal Anti-Inflammatory Drugs." Journal of pharmaceutical sciences 104 10 (2015): 3459-70 DOI:10.1002/jps.24556.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ВИБІР МЕТОДИКИ АНАЛІЗУ МЕДИЧНИХ ДАНИХ У ВІДДАЛЕНОМУ РЕЖИМІ ЗАСОБАМИ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Ільканич К.І.[1], Бойко О.В.[1], Різничок С.В.[1], Майхер В.Ю.[2],
[1] Львівський національний медичний університет імені. Данила Галицького, м Львів
[2]Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів

На даний час існує велика кількість різноманітних електронних медичних приладів та мобільних додатків, які дозволяють вимірювати та контролювати різні фізіологічні показники, що характеризують стан здоров'я людини. Активно впроваджуються методи та засоби отримання медичної інформації у режимі віддаленого доступу з використанням сучасних інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ). Кількість отриманої інформації надзвичайно велика та постійно зростає.

Сучасні інформаційні технології дозволяють підвищити ефективність збору, обробки та інтерпретації медичної інформації в реальному часі. Для безпечного зберігання великих обсягів даних все частіше застосовуються хмарні платформи, які забезпечують масштабованість, гнучкість і безперервний доступ до інформації з будь-якої точки світу. Моделі машинного навчання та штучний інтелект дозволяють виявляти закономірності, прогнозувати стан здоров'я пацієнтів. Все більшого значення набуває розширений доступ до послуг телемедицини, зокрема телемоніторингу з використанням пристроїв Інтернету речей та відеоконсультацій, дозволяє підвищити ефективність лікування, запобігає ситуаціям ризику та сприяє зміцненню здоров'я. Вибір конкретної методики залежить від рівня цифрової інфраструктури (особливо в сільських чи віддалених регіонах), кваліфікації медичного персоналу, вимог до конфіденційності та захисту персональних даних, бюджетних обмежень. Оптимальним рішенням є створення гібридної системи, в якій різні технології взаємодіють між собою, створюючи єдину екосистему цифрової медицини.

На базі ЛНМУ імені Данила Галицького проводяться дослідження щодо застосування інформаційно-комп'ютерних технологій для задач УЗД - обстеження, аналізу та прогнозування стану пацієнтів, зокрема вагітних жінок з метою раннього виявлення та попередження імунних захворювань у дитини. Розробляються нові методи та засоби опрацювання безперервного потоку медичної інформації, концепції побудови системи багатофакторного аналізу для раннього виявлення факторів ризику виникнення патологічних змін в організмі людини. Застосовуються методи аналізу та встановлення кореляційних залежностей між отриманими медичними даними.

Таким чином можливості ІКТ дозволять реалізувати принципово-новий підхід до організації взаємодії пацієнтів та лікарів, проводити спостереження за станом пацієнтів протягом тривалого часу в режимі віддаленого доступу, що в цілому дозволить своєчасно попереджувати небезпечний розвиток захворювань та ефективно проводити профілактичні заходи.

AI-СПРОЩЕННЯ МЕШІВ З ДОПОМОГОЮ GNN ЯК СПОСОБІВ ОПТИМІЗАЦІЇ ПОЛІГОНАЛЬНИХ СІТОК ДЛЯ VR

Філатова Г.Є., Ковальова Н.А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

GNN, або графові нейронні мережі – клас нейронних мереж,розроблений для обробки даних, що мають структуру графа. На відміну від CNN або RNN, GNN можуть моделювати нерегулярні, неевклідові зв'язки – такі як соціальні мережі, молекули або тривимірні мульти полігональні моделі.

Одним із способів застосування GNN може бути спрощення мульти полігональної моделі та її оптимізація.

Для цього на першому етапі сітка репрезентується у вигляді графа, де кожен вузол – це вершина або елемент мульти полігональної моделі, а ребра – зв'язки між ними. Кожному вузлу приписується вектор ознак $h_\nu^{(k)}$, що включає координати, нормалі, кривизну та інші локальні геометричні характеристики. GNN складається з декількох шарів, у кожному з яких оновлюється представлення вузла на основі його попереднього стану та інформації з локального оточення:

$$h_\nu^{(k)} = \delta(W^{(k)} Aggregate^{(k)}(\{h_u^{(k-1)}: u \in N(\nu)\}) + b^{(k)}),$$

де δ – нелінійна активація,
$W^{(k)}, b^{(k)}$ – ваги та зсуви шару,
$N(\nu)$ – множина сусідів вузла ν.

Такі обчислення є частиною ширшої парадигми передачі повідомлень (message passing), яка формалізується як двоетапний процес: передачі повідомлень та їх агрегації

Після побудови представлення вузлів за допомогою GNN здійснюється агрегація ознак від сусідів у межах локального оточення, після чого обчислюється важливість кожного елемента (вузла або ребра). Елементи з найнижчою вагою важливості визначаються як кандидати для об'єднання (edge collapse), під час якого кінцеві точки ребра зливаються і а саме ребро видаляється. Ця процедура повторюється ітеративно, формуючи все більш спрощену сітку при збереженні її топологічних і геометричних властивостей.

Для навчання моделей використовуються функції втрати: reconstruction loss, perceptual loss, topology-aware loss.

Оптимізація здійснюється через метод зворотного поширення похибки (backpropagation), який обчислює градієнти функції втрати відносно параметрів мережі.

Оновлення параметрів виконується за допомогою оптимізаторів таких як "адаптивна оцінка моментів"(Adam).

Застосування GNN у завданнях оптимізації мешів демонструє високу ефективність і відкриває нові можливості для покращення продуктивності в системах реального часу, таких як VR та AR.

МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ ПОВЕРХНЕВОЇ ЕМГ ДЛЯ ДІАГНОСТУВАННЯ М'ЯЗОВОЇ ДИСФУНКЦІЇ ВЕРХНІХ КІНЦІВОК

Королович О.С.

Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків

Загальновідомо, що електроміографія (ЕМГ) – це метод оцінки та реєстрації електричної активності м'язів. Сигнали ЕМГ можуть бути зібрані на поверхні шкіри, під шкірою та всередині м'яза, забезпечуючи різні рівні інформації. Вважається біологічним підсилювачем нервових імпульсів, що забезпечує покращене співвідношення сигнал/шум [1].

На рис. 1 представлено процес реєстрації власної електроміографічної активності м'язів верхніх кінцівок. Під час проведення дослідження по черзі тестувалася права та ліва руки: одна з них залишалася у спокої, тоді як на іншу лікар створював заваду - тиснув у ділянці кисті, зокрема на пальці. У відповідь на цей вплив учасниця експерименту (автор наукової роботи) намагалася протидіяти, піднімаючи пальці вгору. Така реакція зумовлювала появу м'язової активності, яка фіксувалася та відображалася на екрані комп'ютера у вигляді ЕМГ сигналу.

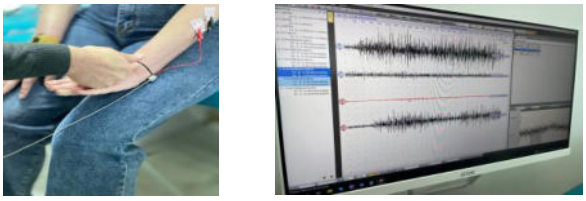


Рисунок 1 – Власні дослідження м'язової активності верхніх кінцівок

На рис.1 показано метод поверхневої ЕМГ – це метод неінвазійного вимірювання м'язової активності за допомогою поверхневих електродів, розміщених на шкірі над м'язом, і має кілька переваг. По-перше, запис є безболісним, особливо якщо використовується за відсутності стимуляції периферичних нервів. Крім того, електроди записують із широкої області м'язової ділянки, забезпечуючи більш глобальне уявлення про рухову одиницю. Нарешті, це дозволяє тривалі одночасні записи м'язової активності з кількох місць. Проте цей метод має відносно низьку роздільну здатність сигналу, дуже чутлива до артефактів руху і температури тіла. Крім того, у сигналах поверхневої ЕМГ переважають внески поверхневих рухових одиниць, тоді як більш глибокі рухові одиниці не оцінюються; умови, які підвищують опір шкіри, згодом порушують сигнал поверхневої ЕМГ (наприклад, ожиріння та набряки) [2].

Література:

1. Королович О. С. Основні вимоги до процесу фізичної реабілітації м'язової дисфункції верхніх кінцівок / О. С. Королович, К. Г. Селіванова // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я : тези доповідей XXXII міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2024, 22-25 травня 2024 р. – Харків : НТУ «ХПІ». – С. 1342.

2. Селіванова К. Г. Використання можливостей інтелектуального робота для прискорення процесу фізичної реабілітації рук / К. Г. Селіванова, О. Г. Аврунін // Сучасний стан та перспективи біомедичної інженерії : матеріали Міжнар. наук.-прак. конф., присвяченої 125-річному ювілею Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», 13-14 грудня 2023 р. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – С. 196-198.

ПОРТАТИВНІ ПРИСТРОЇ ДЛЯ РЕАБІЛІТАЦІЇ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ТА ДРІБНОЇ МОТОРИКИ РУК

Королович О.С., Дацок О.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків

У сучасних умовах зростає потреба в ефективних засобах індивідуальної реабілітації верхніх кінцівок, зокрема для пацієнтів після інсульту, травм або неврологічних порушень. Особливу цінність мають портативні пристрої, що здатні адаптуватися до функціональних можливостей та стану користувача та забезпечувати відновлення дрібної моторики.

Одним із найефективніших рішень є м'яка роботизована рукавичка, яка підтримує автономне тренування та забезпечує зворотний зв'язок за допомогою ЕМГ-сигналів [1]. Пристрій може реагувати на слабкі сигнали м'язів та стимулювати потрібні рухи, що дозволяє пацієнтам активно включатися в реабілітаційний процес. HandyRehab, який використовує біозворотний зв'язок на основі ЕМГ, орієнтований на індивідуальне використання як у клініці, так й домашніх умовах. Портативна реабілітаційна рукавичка із замкненим контуром керування [2] здатна виконувати дрібні рухи пальців завдяки інтеграції 15 датчиків згину та 10 сплавів з пам'яттю форми (СПФ). Пристрій вимірює три суглобові кути кожного пальця, а система управління приводить в дію СПФ в замкнутому циклі. Сенсорний людино-машинний інтерфейс забезпечує зручну взаємодію для мультимодальних реабілітаційних вправ.

Пристрій Dexta [3] складається з док-станції (забезпечує бездротову зарядку та місце зберігання), контролерів з поворотним шарніром з обертанням на 360°, еластичний м'яч і кільце для розтягування пальців. Хмарний додаток відстежує вправи, а пацієнт може віддалено ділитися статистикою зі своїм медичним працівником. Пристрій поєднує тренувальні рухи та виконання вправ під керівництвом інтерактивного помічника в додатку з ігровим інтерфейсом, що актуально для дітей та людей похилого віку [4].

Таким чином, сучасні технології створюють нові можливості для індивідуальної реабілітації верхніх кінцівок. Завдяки інтелектуальним функціям та зручному дизайну ці пристрої можна використовувати як у медичних закладах, так і вдома, що сприяє ефективному відновленню рухів та дрібної моторики.

Література:

1. Kabir, R., Sunny, M. S. H., Ahmed, H. U., & Rahman, M. H. (2022). Hand Rehabilitation Devices: A Comprehensive Systematic Review. *Micromachines*, *13*(7), 1033. https://doi.org/10.3390/mi13071033.

2. Sui, Mengli & Yiming, Ouyang & Jin, Hu & Chai, Zhenyi & Wei, Changyang & Li, Jiyu & Xu, Min & Li, Weihua & Wang, Liu & Zhang, Shiwu. (2023). A soft-packaged and portable rehabilitation glove capable of closed-loop fine motor skills. Nature Machine Intelligence. 5. 1-12. 10.1038/s42256-023-00728-z.

3. Red Dot Design Award: Dexta – Device for Motor Skills Rehabilitation. *Red Dot Design Award*. URL: https://www.red-dot.org/de/project/dexta-device-for-motor-skills-rehabilitation-72271.

4. Dexta. *Behance*. URL: https://www.behance.net/gallery/194819511/Dexta-Device-for-Motor-Skills-Rehabilitation?locale=

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ОЦІНКИ ЗМІНИ СТАНУ ЗДОРОВ'Я РЕСПОНДЕНТА В РЕЗУЛЬТАТІ ДІЇ ПСИХОГЕННИХ ФАКТОРІВ

Крячок Т. В.[1], Крячок О.С.[2]

1 Інститут інформаційних технологій та систем НАН України, м. Київ,
2 Національний технічний університет України «КПІ ім. І. Сікорського», м. Київ

За останнє десятиліття світова спільнота зазнає впливу психогенних факторів (пандемія COVID-19, військові конфлікти), які є чинниками серйозних змін психосоціального здоров'я населення, а згідно H. Selye [1], це призводить до психосоматичних захворювань. Нажаль, Україна – держава, суспільство якої чи не найбільше потерпає від негативного впливу цих факторів. Саме тому затребуваною є розробка програмно-апаратних засобів та методик збору, обробки, оцінки і збереження результатів медичних даних для аналізу впливу психогенних факторів на фізичний і психічний стан людини та можливої подальшої корекції таких станів.

Запропоновано методику проведення дослідження зміни стану організму людини за певний період часу (не менше року) з метою визначення впливу психогенних факторів на її здоров'я. Для цього створено оригінальний опитувальник «Оцінка фізичного, психічного та соціального стану людини в результаті дії психогенних факторів», а також використано вже відомі тести [2] для співставлення результатів та більш детального аналізу даних.

Для запропонованого опитувальника сформовано алгоритм оцінки зміни стану окремих систем організму, які у сукупності дають інтегральну оцінку здоров'я у відповідь на ті психогенні чинники, які були пережиті респондентом за останній період часу. Оцінка здійснюється на основі визначення вагових коефіцієнтів кожної протестованої системи організму, а в результаті тестування надається кількісна оцінка (у балах). У ході тестування респонденту пропонується ряд запитань, де опитаний сам має можливість оцінити зміну стану кожної з систем свого організму за вказаний період часу.

Процес тестування та математична обробка отриманих даних автоматизовані, створено програмний застосунок, який є сучасним інструментом для вирішення подібних завдань. Використання подібних застосунків пришвидшує процес первинної оцінки стану здоров'я респондента та сприяє мінімізації витрат та підвищенню ефективності здоров'язберігаючих технологій.

Розробка, використання та вдосконалення систем збору, обробки та оцінки медичних даних з метою контролю змін фізичного та психосоціального стану здоров'я і пересічних осіб і, особливо, осіб, діяльність яких пов'язана з підвищеною схильністю до стресу є важливим завданням.

Література:

1.Selye H. History and present status of the stress concept. Handbook of stress. 1982: 7-17.

2.Kobzar T.A., Kryachok T.V., Semikhova O.S. Information-structural model of the formation of stress-induced somatic disorders considering constitutional types. Control Systems and Computers. 2023. № 4. P. 64 - 72.

АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ХОДИ ПАЦІЄНТІВ З АМПУТАЦІЄЮ НИЖНІХ КІНЦІВОК ПРИ ОСТЕОІНТЕГРАТИВНОМУ ТА КЛАСИЧНОМУ ПРОТЕЗУВАННІ

Кузнецов О. В., Носова Т. В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасній реабілітаційній медицині остеоінтегративне протезування (ОІП) у деяких випадках розглядається як альтернатива класичному протезуванню нижніх кінцівок у рамках надання послуг з протезування та ортезування (P&O) [2]. На відміну від традиційних конструкцій, які використовують куксоприймач і різні тактильні методи кріплення (вакуум, ущільнювачі) [1], остеоінтеграція передбачає імплантацію титанової опори безпосередньо в кістку дистального сегмента кукси. До цієї імплантованої опори далі приєднується модульна система протеза, що усуває потребу у гільзі та зменшує ризик подразнення м'яких тканин [4].

Метою роботи було проведення порівняльного аналізу ходи пацієнтів, які використовують класичне протезування нижньої кінцівки та осіб з імплантованими ОІП (рис. 1), шляхом вивчення кінематичних параметрів руху, симетрії, стабільності, а також питомої енергозатратності. Для аналізу використовувалися методи комп'ютерного моделювання та інструментального вимірювання (motion capture, force plate, відеоаналіз) [3]. В роботі було застосовано статистичну обробку RMSE (середньоквадратичної помилки) для оцінки точності трансформацій в розрахунках траєкторії руху та симетрії навантажень. Результати дослідження дозволили визначити потенційні переваги остеоінтеграції щодо зменшення асиметрії ходи, підвищення стабільності та зниження енерговитрат при пересуванні [5]. Це, в свою чергу, може стати основою для розробки нових рекомендацій щодо реабілітаційних стратегій та вибору типу протезування в залежності від індивідуальних особливостей пацієнта.

Література

1.Біомеханічні основи протезування та ортезування: навч. посіб. / А. Д. Салєєва та ін. Харків : ХНУРЕ, 2022. 352 с.

2.Виробничі технології та матеріали: навч. посіб. / А. Д. Салєєва та ін. Харків : ХНУРЕ, 2022. 92 с.

3.Кузнецов О. В., Носова Т. В. До питання комп'ютерного моделювання кульшового суглобу. *Електроенергетика, електромеханіка та технології в АПК* : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., м. Харків, 6 лист. 2024 р. Харків : Держ. біотехнологічний ун-т., 2024. С. 230–231.

4.Golyski P., Potter B., Forsberg J. *et al.* Comparing the mechanical energetics of walking among individuals with unilateral transfemoral limb loss using socket and osseointegrated prosthetic interfaces. *Scientific Reports.* 2025. 15:9755. P. 1–10.

5.Toderita D., McGuire T., Benton A.M. *et al.* A one-year follow-up case series on gait analysis and patient-reported outcomes for persons with unilateral and bilateral transfemoral amputations undergoing direct skeletal fixation. *J NeuroEngineering Rehabil*. 2024. 21:208. P. 1–12.

ОГЛЯД СУЧАСНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОТЕЗІВ НИЖНІХ КІНЦІВОК ЛЮДИНИ

Лизень Д.І.

Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків

У сучасному світі технології дедалі глибше інтегруються в медицину, відкриваючи нові можливості для покращення якості життя людей. Однією з найважливіших галузей, де ця взаємодія стає особливо помітною, є протезування. Сьогодні вже недостатньо просто створити біонічну кінцівку – завдання полягає у тому, щоб зробити її якомога більш функціональною, ергономічною та адаптованою до потреб конкретної людини. Завдяки використанню спеціалізованих програмних засобів, процес проєктування протезів нижніх кінцівок стає не лише точнішим, але й значно швидшим. Такі програми, як FreeCAD, OrtenShape та FlyShape, дають змогу не лише моделювати, а й симулювати взаємодію протеза з тілом, що суттєво підвищує ефективність кінцевого продукту.

FreeCAD – це потужне вільне програмне забезпечення з відкритим кодом для 3D-моделювання, яке широко використовується в інженерії, промисловому дизайні, а також у біомедичних технологіях. Його гнучкість, безкоштовна ліцензія та можливість адаптації під конкретні завдання роблять FreeCAD особливо привабливим для розробки індивідуальних протезів нижніх кінціво[1], Основні можливості FreeCAD – це параметричне моделювання, підтримка форматів STL, STEP, OBJ, інтеграція з 3D-скануванням, програмування на Python [1].

OrtenShape – це потужне програмне забезпечення, розроблене компанією Proteor у співпраці з клінічними ортопедами та протезистами. Воно призначене для створення індивідуальних ортопедичних пристроїв, таких як протези нижніх кінцівок, ортези та інші ортопедичні вироби [2], основні можливості: Універсальність, сумісність, бібліотека шаблонів, хмарна інтеграція, підтримка 3D-друку[2].

FlyShape – це інноваційне мобільне програмне забезпечення від Proteor, яке дозволяє швидко та ефективно створювати ортопедичні пристрої безпосередньо на смартфоні або планшеті. Воно особливо корисне для створення протезів гомілки (ВК) та стегна (АК), основні можливості: Мобільність, автоматизація, інтеграція, сумісність, симуляція.

До інших програмних засобів моделювання можна додати: LeoShape, uFit та BioShape.

Література:

1. Селіванова К. Г. Використання можливостей інтелектуального робота для прискорення процесу фізичної реабілітації рук / К. Г. Селіванова, О. Г. Аврунін // Сучасний стан та перспективи біомедичної інженерії : матеріали Міжнар. наук.-прак. конф., присвяченої 125-річному ювілею Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», 13-14 грудня 2023 р. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – С. 196-198.

2. Селіванова К. Г. Оцінка ступеню рухових порушень кистей рук під час проведення заходів фізичної реабілітації / К. Г. Селіванова // Поліграфічні, мультимедійні та web-технології: тези доп. VIII Міжнар. наук.-техн. конф. (16-20 травня 2023, м. Харків) / редкол.: І. Б. Чеботарьова, О. В. Вовк, Ж. В. Дейнеко. Харків: ТОВ «Друкарня Мадрид», 2023. Т1. 270 с. – С. 114-115.

СТВОРЕННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ЕКСТРЕНОГО ПРИПИНЕННЯ МАСИВНОЇ КРОВОТЕЧІ З ТРАВМОВАНИХ КІНЦІВОК

Малецький Є.В., Дацок О.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків

У дослідженні розглянуто проблему розробки індивідуальної (напів) автоматизованої інтелектуальної системи для діагностики функціонального стану системи кровообігу людини та оперативного припинення критично небезпечної для життя (масивної) кровотечі з ушкоджених кінцівок людини (далі – Система) на підставі моніторингу комплексу показників здоров'я та впливу зовнішніх чинників, зокрема, вибуху боєприпасів, в умовах надзвичайних ситуацій в польових умовах.

Інтервал часу для зупинки масивної кровотечі повинен не перевищувати 1–2 хвилини. При втраті свідомості, ступорі, шоку і відсутності допомоги чи здатності самостійно зупинити кровотечу у постраждалої особи різко зростає ризик незворотної втрати життєво важливих функцій організму. За даними досліджень, суттєве зниження артеріального тиску є прогностичною ознакою до 54% смертності серед постраждалих з крововтратою, 24% із загиблих потенційно могли б вижити, до 90% смертельних випадків пов'язано з кровотечею. Основною причиною (61%) летальних випадків серед поліцейських у мирний час визнають артеріальну кровотечу з ран кінцівок. [1], [2], [3]. Наразі у польових умовах для екстреної зупинки кровотечі застосовують медичні джути (турнікети). У стаціонарних медичних закладах використовують хірургічні турнікет-системи з вимірювальними каналами. Для моніторингу стану здоров'я існує ряд медичних засобів, зокрема, монітори пацієнта. Створення Системи пропонується на основі вказаних виробів.

Залежно від варіантів реалізації, Система опрацьовує інформацію з вимірювальних та інформаційних каналів: зображення з відеокамери; дані про звукове оточення; інформацію про температуру та електричний опір сенсорів; дані про просторове розташування; команди зовнішнього оператора та/або постраждалої особи для запуску; відсутність реакції особи на зовнішні подразники; показники стану здоров'я. У режимі «надзвичайна ситуація» припинення кровотечі здійснюється джгутами, інтегрованими в одяг, за командою постраждалої особи або зовнішнього оператора (дистанційно), автоматично – згідно команди з модуля Системи (як засіб «останньої надії»).

Література:

1. Heckbert S.R., Vedder N.B., Hoffman W., Winn R.K., Hudson L.D., Jurkovich G.J. et al. Outcome after hemorrhagic shock in trauma patients. DOI: 10.1097/00005373-199809000-00022 (дата звернення: 14.04.2025).

2. Ezeibe C, McCarty JC, Chaudhary MA, De Jager E, Herrera-Escobar J, Andriotti T, Jarman MP, Ortega G, Goralnick E. Haemorrhage control in the prehospital setting: a scoping review protocol. URL: https://doi.org/10.1136/bmjopen-2019-029051 (дата звернення: 14.04.2025).

3. Мазуренко О.В., Рощін Г.Г., Волошин В.О. Тактична медицина як основна складова екстреної медичної допомоги при проведенні антитерористичних операцій. URL: http://www.mif-ua.com/archive/article_print/40026 (дата звернення: 14.04.2025).

МЕДИКО-ТЕХНІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ НАБОРУ ПОКАЗНИКІВ СИСТЕМИ ЕКСТРЕНОГО ПРИПИНЕННЯ МАСИВНОЇ КРОВОТЕЧІ З ТРАВМОВАНИХ КІНЦІВОК, ЯК ЗАСОБУ «ОСТАННЬОЇ НАДІЇ»

Малецький Є.В., Дацок О.М.
Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків

У дослідженні розглянуто обґрунтування набору показників з ціллю оцінки та вимірювання чинників зовнішнього середовища (далі – ЗС) та стану здоров'я потерпілої особи з тяжкими ушкодженнями кінцівок для автоматичного запуску режиму «надзвичайна ситуація» (далі – НС) (припинення масивної кровотечі) системи індивідуальної екстреного припинення масивної кровотечі з травмованих кінцівок (далі – Система).

Розглядаючи Систему, як засіб «останньої надії» для збереження життя людини, потрібно визначити необхідний та достатній набір показників, що дозволяє безпомилково запускати режим НС, враховуючи обмежений час та стан людини. Так, шок III ступеня характеризується втратами крові 2000 мл, тяжким загальним станом, психічною загальмованістю чи ступором, частота серцевих скорочень (далі – ЧСС) 120 – 160 уд. за 1 хв, артеріальний тиск (далі – АТ) – 75 мм рт. ст. [1].

Для початкового варіанту виконання Системи, враховуючи асортимент поставлених на виробництво медичних виробів (засобів), метрологічне забезпечення, фактори геморагічного шоку, клінічні протоколи [2], [3], чинники ЗС, наприклад під час вибуху, пропонується такі параметри Системи:

1. Для запуску режиму НС: 1) показники стану здоров'я: АТ – 50 – 100 мм рт. ст.; ЧСС – 100 – 160 уд. за 1 хв, оксигенація (SpO_2) – менше 94 %; 2) відсутність реагування постраждалої особи на зовнішні подразники; 3) чинники ЗС: рівень звуку (вибуху) – від 120 дБ; електричний опір датчиків – обрив та пропорційно кількості елементів і опору 1-го елемента, температура датчиків – обрив та/або більше 300 °С;

2. Діапазони вимірювання: АТ – 50 – 300 мм рт. ст., ЧСС – 30 – 300 уд. за 1 хв, SpO_2 – 70 – 100 %.

Подальші дослідження передбачають уточнення значень показників та часу для автоматичного запуску Системи у режимі «надзвичайна ситуація».

Література:

1. Матвійчук М. В., Корольова Н. Д., Чорна В. В., Подолян В. М., Шевчук А. М., Фіщук В. В. Методичні матеріали для практичного заняття для студентів 5 курсу медичного факультету з дисципліни «Екстрена та невідкладна медична допомога з військовою епідеміологією» : метод. матеріали / Вінницький нац. мед. ун-т ім. М. І. Пирогова. – Вінниця, 2020. – 56 с. URL: https://emergency.vnmu.edu.ua/wp-content/uploads/2021/04/Тема-№-6-1-заняття-Діагностика-та-лікування-невідкладних-станів.pdf (дата звернення: 17.04.2025).

2. Новий клінічний протокол «Екстрена медична допомога: догоспітальний етап». Затверджено наказом МОЗ України від 05.06.2019 № 1269. URL: https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v1269282-19#Text (дата звернення: 17.04.2025).

3. Уніфікований клінічний протокол екстреної медичної допомоги «Масивна кровотеча з кінцівок». Затверджено наказом МОЗ України від 21.06.2016 № 612. URL: https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0612282-16#n333 (дата звернення: 17.04.2025).

ДИФЕРЕНЦІАЛЬНА ЕВОЛЮЦІЯ ДЛЯ ОПТИМІЗОВАНОГО КЛАСТЕРИЗУВАННЯ ТА ПЛАНУВАННЯ ЗАВДАНЬ В КРАЙОВИХ ОБЧИСЛЕННЯХ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ

Малохвій Е.Е., Кучук Г.А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У зв'язку зі стрімким зростанням кількості пристроїв Інтернету речей (IoT), виникла необхідність у високоефективній обробці даних у реальному часі. Традиційні хмарні рішення не забезпечують належного рівня затримки, що робить крайові обчислення перспективною альтернативою [1].

У роботі розроблено новий метод кластеризації та планування задач для IoT-систем з використанням алгоритму диференціальної еволюції (Differential Evolution, DE), що дозволяє оптимізувати розподіл завдань між обчислювальними ресурсами на краю мережі. Розроблений механізм передбачає попереднє групування завдань у кластери за такими характеристиками, як довжина завдання, розмір файлу, кількість необхідних CPU та пріоритет. Це дозволяє об'єднувати подібні завдання для спільного оброблення, що підвищує ефективність використання ресурсів. Далі реалізовано адаптивний алгоритм планування, який призначає кластери задач відповідним крайовим пристроям, враховуючи поточне навантаження та технічні характеристики. Ключовим елементом є застосування алгоритму DE, адаптованого до дискретної природи задач кластеризації та планування. DE ітеративно покращує рішення за допомогою операцій мутації, кросоверу та відбору, орієнтуючись на мінімізацію загального часу виконання задач [2].

Запропонована математична модель враховує обмеження ресурсів та забезпечує чітке формулювання цільової функції, що сприяє ефективному пошуку оптимального розв'язку. Запропонований підхід забезпечує покращену масштабованість, стабільність та чутливість до змін у системі, що робить його перспективним для впровадження у реальних IoT-додатках.

Література:

1. Кучук Г.Г., Малохвій Е.Е. Integration of IoT with cloud, fog, and edge computing: a review // Advanced Information System. – 2024. – Т. 8, № 2. – С. 65–78. – DOI: https://doi.org/10.20998/2522-9052.2024.2.08

2. Alhaizaey Y., Singer J., Michala A.L. Optimizing Heterogeneous Task Allocation for Edge Compute Micro Clusters Using PSO Metaheuristic // Proceedings of the 2022 International Conference on Future Internet of Things and Cloud (FiCloud). – 2022. – DOI: https://doi.org/10.1109/fmec57183.2022.10062755

МЕТОДИ ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ В МЕДИЧНИХ ОПТИЧНИХ НАВІГАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

Мельник В.В., Носова Я.В. Ібрагім Юнусс Абделхамід
Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків

У сучасній хірургічній та радіологічній практиці доволі широко застосовуються оптичні системи навігації [1]. Їх перевага полягає в тому, що вони забезпечують візуалізацію базових орієнтирів без необхідності застосування складних методів реєстрації зображень і підготовки вхідних даних. Ці орієнтири надалі використовуються для визначення просторового розташування пацієнта та хірургічного інструменту в координатній системі операційного поля.

З метою усунення локальних шумів, зокрема за умов недостатнього освітлення, доцільно застосовувати методи, що борються з фотонним та імпульсним шумом на основі медіанної фільтрації [2, 3], що дозволяє зберегти чіткість контурів об'єктів, орієнтирів та маркерів. Подальшим кроком є визначення координат центрів маркерів на основі апріорних даних. Для цього застосовуються високошвидкісні методи обробки, такі як високочастотна фільтрація, оператори виділення контурів та морфологічні операції.

Подальші дослідження передбачають розробку методів попередньої обробки зображень, адаптованих до особливостей маркерів, та їх інтеграцію з подальшими етапами сегментації центрів маркерів. Також планується вивчення ефективності запропонованих підходів на фантомних 3D-моделях [4] з послідуючою клінічною апробацією.

Література:

1. Інтелектуальні технології в медичній діагностиці, лікуванні та реабілітації: монографія / [С.В. Павлов, О.Г. Аврунін, С.М. Злепко, Є.В. Бодянський та ін.]; за редакцією С. Павлова, О. Авруніна. – Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К», 2019. – 260 с.
2. Місоченко С. Ю. Дослідження використання вірогіднісних методів у сфері обробки біомедичних зображень / С. Ю.Місоченко, К. Г. Селіванова, О. Г. Аврунін // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXX міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD2022, 19-21 жовтня 2022 р. – Харків : НТУ «ХПІ», 2022. – С. 902.
3. Tymkovych, M. et al. (2021). Application of SOFA Framework for Physics-Based Simulation of Deformable Human Anatomy of Nasal Cavity. // 8th European Medical and Biological Engineering Conference. EMBEC 2020. IFMBE Proceedings, vol 80. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-64610-3_14
4. Avrunin, O. G., Tymkovych, M. Y., Saed, H. F. I., et al. (2019). Application of 3D printing technologies in building patient-specific training systems for computing planning in rhinology / Proceedings of the International Scientific Internet Conference on Computer Graphics and Image Processing and 48th International Scientific and Practical Conference on Application of Lasers in Medicine and Biology, 2018, 1−8. doi:10.1201/9780429057618-1.

АНАЛІЗ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ СИСТЕМИ ЗУБ-ПЛОМБА ПРИ ПОРУШЕННІ АДГЕЗИВНОГО ЗВ'ЯЗКУ

Науменко О.Г., Дацок О.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків

Напружено-деформований стан (НДС) зубу людини вивчається для розуміння механіки навантаження та поведінки зубних тканин під впливом різних факторів. Зуби зберігають свій здоровий стан за винятково високих рівнів механічного навантаження. Це свідчить про наявність у їх структурі механізмів адаптації, що дають змогу протистояти постійному навантаженню [1]. При стиранні твердих тканин зубів, появі тріщини, викликаних дією механічних факторів, проводять реставраційне, або ортопедичне лікування.

Пломбувальні матеріали не можуть самостійно скріпитися з дентинною тканиною внаслідок високої в'язкості матеріалів та відсутністю хімічної схожості з дентинною тканиною, прокладкою та емаллю. Застосовувати тільки механічне фіксування пломби не можна, адже термін її служби в цьому випадку значно скоротиться. Якщо під час пломбування зубу не використовувати адгезиви, буде порушено зв'язок дентина з композитом [2]. Подібне лікування під час полімеризації композитного матеріалу дає усадку і з'явиться крайова щілина. Розуміння того, як система зуб-пломба буде вести себе в реальному середовищі, виявити найбільш уразливі місця дозволяє використання інструментів інженерного аналізу НДС. Для створення тривимірної моделі об'єкта була обрана САПР Autodesk Fusion 360. Для розрахунку НДС використано метод скінчених елементів. Проведено дослідження НДС циліндричної пломби з міцним приляганням матеріалу, а також зуба з мікропорожниною між пломбою та зубом, яка утворилась через відсутність якісного адгезиву. Для перевірки впливу адгезивних властивостей матеріалу на форму порожнини при реконструкції зубів змодельована пломба у формі усіченого конуса і враховано варіант з появою тріщини. Результати аналізу НДС містять розподіл напружень, деформацій, коефіцієнту запасу міцності. Виявлені області максимального напруження, які можуть бути схильні до ризику появи тріщин і руйнувань. Перевагою використання систем CAD є можливість створювати високоточні моделі, що є критичним для стоматологічних додатків. Можливість візуалізації тривимірних моделей допомагає у плануванні лікування та комунікації з пацієнтами. Використання CAD систем у стоматології значно покращує якість лікування та точність діагностики, дозволяє оцінити ризик відколювання пломби та необхідність зміни матеріалу, або техніки пломбування. Сучасні адгезивні системи дозволяють стоматологу вирішувати різні задачі реставрування, обираючи ту чи іншу систему їх реалізації.

Література:

1. Fu, X., & Kim, H. S. (2024). Dentin Mechanobiology: Bridging the Gap between Architecture and Function. *International journal of molecular sciences*, *25*(11), 5642. https://doi.org/10.3390/ijms25115642.

2. ISO 11405:2015 – «Dentistry – Testing of adhesion to tooth structure». [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.iso.org/standard/62898.html.

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ СКІНЧЕНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ДЛЯ БІОМЕХАНІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ В ТРАВМАТОЛОГІЇ ТА ОРТОПЕДІЇ

Панченко С.П., Дацок О.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків

Захворювання та ушкодження опорно-рухового апарату становлять одну з найпоширеніших медичних проблем у всьому світі. За даними ВООЗ [1], пошкодження кістково-м'язової системи є однією з основних причин тимчасової або постійної втрати працездатності, а також зниження якості життя пацієнтів. Серед найбільш поширених є переломи, дегенеративні зміни суглобів, остеопороз, а також наслідки спортивних та побутових травм.

Не зважаючи на значні досягнення, в сучасній травматології та ортопедії, досі залишається низка актуальних питань, які потребують ефективного вирішення. Однією із зазначених проблем є прогнозування результатів лікування, зокрема, оцінка довготривалої стабільності фіксуючих конструкцій та ендопротезів, адже неможливо завчасно передбачити їхню поведінку під різними фізіологічними навантаженнями. При цьому окремим питанням є низький рівень індивідуалізації лікування – традиційні підходи та імплантати не завжди враховують анатомічні особливості кожного пацієнта. Також уваги вимагає аналіз складних патологій, де звичайні методи діагностики не дають повної картини. Крім того, важливим завданням залишається оптимізація конструкції ортопедичних пристроїв.

Зазначені проблеми можуть бути вирішені із залученням сучасної обчислювальної техніки та спеціалізованих програмних комплексів заснованих на методі скінченних елементів (МСК). За допомогою МСК можна створити тривимірну модель кісткових структур [2] та м'яких тканин [3], змоделювати навантаження, оцінити розподіл напружень, та спрогнозувати ефективність хірургічного втручання ще до його проведення. Метод також дає можливість віртуально протестувати ортопедичні конструкції, визначити оптимальні параметри імплантатів і знизити ризик ускладнень після операції. Особливо перспективним є застосування МСК у плануванні хірургічних втручань і дослідженні нетипових клінічних випадків, що відкриває нові можливості для розвитку персоналізованої медицини в ортопедії та травматології.

Література:

1. WHO. Musculoskeletal health. URL: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/musculoskeletal-conditions?utm_source=chatgpt.com (дата звернення 20.04.2025).

2. Study of the Stress-Strain State of the "Bone–Fixation Plate" System in Conjunction With Cortical Tissue Mechanical Properties / S. Panchenko et al. *Innovative Biosystems and Bioengineering*. 2022. Vol. 6, no. 2. P. 75–83. URL: https://doi.org/10.20535/ibb.2022.6.2.264237

3. Study of the influence of the position of the tendon graft hamstring muscle on the stability of the knee joint under the conditions of plasticity of the structures of the posterolateral angle / M. Golovakha et al. *ORTHOPAEDICS TRAUMATOLOGY and PROSTHETICS*. 2023. No. 2. P. 5–12. URL: https://doi.org/10.15674/0030-5987202325-12

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ МЕТОДІВ ПОПЕРЕДНЬОЇ ОБРОБКИ ТОМОГРАФІЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Пастернак Д., Дацок О.М., Аврунін О.Г.
Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків

Порівняльний аналіз (на основі чисельних показників якості) методів обробки томографічних зображень, що отримані такими методами візуалізації як комп'ютерна томографія (КТ), магнітно-резонансна томографія (МРТ), позитронно-емісійна томографія (ПЕТ) проводиться за такими параметрами, як PSNR та SSIM. PSNR (Peak Signal-to-Noise Ratio, пікове відношення сигналу до шуму) та SSIM (Structural Similarity Index, індекс структурної подібності) [1]. PSNR для зображень розраховується виходячи з відношення максимального значення сигналу до значення його середньоквадратичного відхилення. SSIM ближчий до сприйняття людиною і оцінює показники схожості двох зображень, беручи до уваги яскравість, контраст і структуру. Діапазон значень: SSIM ∈ [0, 1], де 1 – ідентичні зображення, 0 – повна відмінність [1].

Основними методами обробки є наступні [2]. Усереднююча фільтрація, що характеризується простотою реалізації і ефективністю при згладжуванні гаусівського шуму, однак демонструє тенденцію до розмиття меж структур (PSNR ≈ 30 – 32 дБ). Медіанний фільтр, який зберігає краї об'єктів і є високоефективним для усунення імпульсного шуму, поступається за якістю при обробці гаусівських перешкод (PSNR ≈ 32 – 34 дБ). Адаптивні фільтри, зокрема середньозважений, який враховує локальну дисперсію пікселів і дозволяє досягати високих показників якості обробки (до PSNR 34,7 дБ і SSIM 0,92), але їх ефективність важко стандартизувати через залежність від параметрів. Фільтр Вінера працює в частотній області та потребує попередньої оцінки параметрів шуму з показником PSNR понад 33 дБ. Моделі на основі згорткових нейронних мереж (CNN, U-Net, ResNet, Autoencoder) забезпечують найвищу якість обробки при збереженні структури зображення при SSIM > 0,96 і PSNR > 38 дБ, але потребують великих обчислювальних ресурсів і тренувальних датасетів. Вбудовані алгоритми, такі як Deep Resolve від Siemens Healthineers (PSNR > 35 дБ, SSIM > 0,95), а також iDose, TrueFidelity і SmartMAR від Philips та GE, які оптимізовані для роботи з низькодозовими сканерами і враховують особливості клінічного застосування [3].

Найвищу ефективність демонструють нейронні моделі та хвильові підходи, тоді як класичні фільтри використовуються в умовах обмежених обчислювальних ресурсів.

Література:

1. Statistical techniques for digital pre-processing of computed tomography medical images: A current review // Displays. – 2024. – Vol. 85. – Article ID: 102835. – DOI: 10.1016/j.displa.2024.102835.

2. Місоченко С. Ю. Дослідження використання вірогіднісних методів у сфері обробки біомедичних зображень / С. Ю.Місоченко, К. Г. Селіванова, О. Г. Аврунін // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXX міжн. науково-практичної конф. MicroCAD2022, 19–21 жовтня 2022 р. – Харків : НТУ «ХПІ», 2022. – С. 902.

3. Deep Learning based Pulmonary Embolism Detection using Convolutional Feature Maps of CT Pulmonary Angiography Images // Procedia Computer Science. – 2024. – Vol. 233. – P. 317–326. – DOI: 10.1016/j.procs.2024.03.221.

РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИЗНАЧЕННЯ ЕВАКУАЦІЙНИХ ЗАХОДІВ ЩОДО ПОРАНЕНИХ І ХВОРИХ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ

Порван А. П., Висоцька О. В., Часовської Є. М.
Національний аерокосмічний університет «Харківський авіаційний інститут», м. Харків

Визначення евакуаційних заходів щодо поранених і хворих військовослужбовців – це важлива складова воєнної медицини, яка охоплює комплекс організаційних, інформаційних, логістичних і медичних заходів, спрямованих на збереження життя і здоров'я захисників у зоні бойових дій.

Крім того, в сучасних умовах, коли швидкість надання медичної допомоги критично впливає на збереження життя поранених, надзвичайно важливо мати ефективний інструмент для оперативного управління процесом евакуації та транспортування постраждалих.

У зв'язку з цим особливої актуальності набуває впровадження сучасних інформаційних технологій, які дозволяють автоматизувати процес збору, обробки та передачі даних, забезпечити оперативну комунікацію між підрозділами, підвищити точність прийняття рішень і оптимізувати логістику евакуації. Без ефективної інформаційної підтримки здійснити швидку та скоординовану медичну евакуацію в умовах бойових дій практично неможливо.

Розроблена інформаційна технологія включає в себе наступні етапи: виявлення та фіксація випадку поранення чи захворювання, триажування випадку; формування запиту на евакуацію; визначення маршруту евакуації; передача медичних даних до стабілізаційного пункту та формування звіту.

На першому етапі медик на полі бою чи солдат із TCCC-підготовкою (Tactical Combat Casualty Care - тактична бойова допомога пораненим) за допомогою портативного медичного обладнання чи автоматизованих сенсорних систем контролю за станом бійця виконує огляд потерпілого чи хворого, фіксує вид травми чи захворювання, їх тяжкість, час події, геолокацію та місцезнаходження. Після цього відповідно до розробленого алгоритма визначається індекс невідкладного стану ESI та формується Triage-код: червоний, жовтий, зелений. Далі генерується запит з GPS-координатами, клінічними даними пораненого чи хворого та визначається найближча доступна евакуаційна команда. Після цього за допомогою модифікованого метода північно-західного кута із використанням картографічних даних, інформації про медичні заклади та їх устаткування, формується оптимальний маршрут та передається до стабілізаційного пункту. Наприкінці формується звіт, який дає можливість проводити аналітику процесу евакуації.

Таким чином, розроблена інформаційна технологія враховує не лише географічну близькість медичних закладів, а й медичну релевантність тяжкості стану військового, що дозволяє скоротити час доставки до медичного закладу та підвищити шанси на виживання військового.

КОМП'ЮТЕРНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ АДАПТИВНОЇ ЕЛЕКТРОСТИМУЛЯЦІЇ З УРАХУВАННЯМ ДАНИХ АРТРОСКОПІЇ

Прасол І.В., Семенець В.В., Дацок О.М.
Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків

В роботі розглянуто особливості побудови біотехнічного комплексу електростимуляції м'язів людини. Вибір сигналів здійснюється з урахуванням індивідуального стану нервово-м'язового апарату. Комплекс дозволяє контролювати ефективність реабілітаційних процедур за рахунок реєстрації сигналу електроміограми, узгодження параметрів сигналу електростимуляції з характеристиками мускулатури, а також із даними діагностичної артроскопії (АС).

АС суглобів – методика діагностики та лікування патологій суглобів «без розрізу». Через два невеликі проколи в суглоб вводиться відеокамера та спеціальні інструменти, за допомогою яких хірург проводить всі необхідні дії всередині суглоба. Далі індивідуальні програми реабілітації швидко відновлюють втрачені функції також і за рахунок електростимуляції. Тому пропонується удосконалення системи електростимуляції, яка враховує данні ЕМГ-сигналу [1] – [3] та знімки діагностичної АС. Дані АС використовуються опосередковано, в тих випадках, коли причина м'язової дисфункції пов'язана з патологіями суглобів.

Основними елементами такого комплексу є електростимулятор, міограф та пацієнт. Електростимулятор формує послідовність електричних імпульсів із заданими параметрами, які через електроди передаються на нервові закінчення, що призводить до активного скорочення м'язів. Через додаткову пару електродів реєструються сигнали електроміограми, обробляються міографом передаються до ПК, де за допомогою спеціального програмного забезпечення ЕМГ-сигнали аналізуються та визначаються їх основні параметри. На основі цих даних лікар може змінювати параметри стимулюючих впливів. Впродовж реабілітаційних процедур формуються відповідні моделі стимуляційних характеристик для отримання оптимальних параметрів впливів та оцінюється їх адекватність [4].

Використання комплексу під час комплексного лікування м'язової дисфункції дозволяє підвищити ефективність процедур реабілітації та скоротити її терміни.

Література:

1. V. Fedorchenko, I. Prasol, O. Yeroshenko. Information Technology For Identification Of Electric Stimulating Effects Parameters // CEUR Workshop Proceedings. EID: 2-s2.0-85137322386-2021, 3200, pp. 189 – 195.

2. O. Yeroshenko, I. Prasol, M. Suknov. Modeling of electrostimulation characteristics to determine the optimal amplitude of current stimuli // *Radioelectronic and Computer Systems*. 2022, № 2(102). P. 191 – 199.

3. I. Prasol, O. Dovnar, O. Yeroshenko. Method of Diagnostic Parameters Analysis and Software Features // 2022 IEEE 3rd KhPI Week on Advanced Technology (KhPI Week) October 03 – 07, 2022. Conference proceedings. Pp. 716 – 719.

4. I. Prasol, O. Yeroshenko. Modeling and estimating the model adequacy in muscle tissue electrical stimulator designing // *Radioelectronic and Computer Systems*. 2023. № 2(106). P. 18 – 26.

АСПЕКТИ ПОРІВНЯННЯ МЕТОДІВ ТОМОГРАФІЧНОЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ВЕРХНІХ ДИХАЛЬНИХ ШЛЯХІВ

Привалов Б.В., Носова Т.В., Шушляпіна Н.О. Аврунін О.О.
Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків

Базовими доказовими методами візуалізації конфігурації внутрішніх структур верхніх дихальних шляхів є рентгенівська комп'ютерна томографія та магнітнорезонансна томографія [1, 2]. Рентгенівська комп'ютерна томографія в її різних сучасних модифікаціях, (спіральна, мультиспіральна та конусно-променева) є ефективним методом для виявлення новоутворень, які проростають крізь стінки навколоносових пазух, або поширюються з прилеглих анатомічних зон. Завдяки пошаровому скануванню з малим кроком (біля 1 мм) та високим просторовим розрізненням в площині зрізу (0,4 мм), цей метод забезпечує високу точність візуалізації кісткових структур. Магнітно-резонансна томографія вважається більш інформативною при оцінці стану слизової оболонки [3,4]. Її застосування доцільне при наявності патологічних змін у м'яких тканинах, атрофічних процесів, поліпів, новоутворень, оскільки дозволяє детально визначити ступінь патологічного процесу саме у таких типах тканин. Отримані дані допомагають диференційної діагностики грибкових синуситів, точної ідентифікації стану тканин при запальних захворювань, злоякісних пухлинах й виявляти нутрішньочерепні ускладнення. Магніторезонансна томографія суттєво перевершує рентгенівську комп'ютерну за якістю візуалізації, але й має зайві властивості щодо гіпердіагностики, є дорожчою і потребує більше часу для проведення. Перспективою роботи є розробка програмного забезпечення для мультимодальної візуалізації та аналізу даних томографічної візуалізації різних джерел з урахуванням можливостей цих діагностичних методів.

Література:

1. Інтелектуальні технології в медичній діагностиці, лікуванні та реабілітації: монографія / [С.В. Павлов, О.Г. Аврунін, С.М. Злепко, Є.В. Бодянський та ін.]; за редакцією С. Павлова, О. Авруніна. – Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К», 2019. – 260 с.

2.Avrunin, O. G., Tymkovych, M. Y., Saed et al. (2019). Application of 3D printing technologies in building patient-specific training systems for computing planning in rhinology/ Processing and 48th International Scientific and Practical Conference on Application of Lasers in Medicine and Biology, 2018, 1−8. doi:10.1201/9780429057618-1.

3. Сучасні методи діагностики респіраторно-ольфакторної функції: монографія / О. Г. Аврунін, Я. В. Носова, В. В. Семенець, В. О. Філатов, Н. О. Шушляпіна. – Харків : ХНУРЕ, 2021. – 150 с. ISBN 978-966-659-300-2

4. Аврунин О. Г. Особенности исследования носового дыхания при физических нагрузках / О. Г. Аврунин, Я. В. Носова, С. А. Худаева. // Тези доповіді 5-й всеукраїнської науково-практичної конференції «Здоров'я нації та вдосконалення фізкультурно-спортивної освіти в Україні».– 2018. – С. 117–119.

СТРАТЕГІЇ PWA ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ВЕБЗАСТОСУНКІВ У МЕРЕЖАХ З НИЗЬКОЮ ПРОПУСКНОЮ ЗДАТНІСТЮ

Приліпа А.О., Філатова Г.Є.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» м. Харків

Прогресивні вебзастосунки (PWA) дозволяють значно покращити продуктивність та доступність вебресурсів у складних мережевих умовах. Вони поєднують кращі практики традиційних вебсайтів і нативних застосунків. PWA є кросплатформними за своєю природою, що дозволяє використовувати одну кодову базу для різних пристроїв і операційних систем, спрощуючи розробку та знижуючи витрати на підтримку. У середовищах з низькою пропускною здатністю ключовою перевагою PWA є можливість кешування важливих ресурсів та офлайн-доступу до них за допомогою Service Worker [1].

Кешування зменшує обсяг запитів до мережі, забезпечуючи стабільну роботу навіть при нестабільному з'єднанні. При першому завантаженні PWA створює локальне сховище, звідки при повторних зверненнях дані та інтерфейс завантажуються миттєво, а новий вміст оновлюється у фоні. Це дозволяє зменшити час до повної інтерактивності застосунку [2].

Стратегія відкладеного завантаження (lazy loading) полягає в тому, що одразу завантажуються лише необхідні ресурси, інші – за потреби. Це зменшує час початкового рендерингу та споживання даних, особливо при повільних мережах. Зображення можуть бути завантажені лише при прокручуванні до відповідного блоку, а інтерактивні елементи – після взаємодії користувача [3].

Особливо цінним для регіонів із дорогим або нестабільним інтернетом є режим офлайн-доступу, що дозволяє користувачу продовжувати роботу навіть за відсутності підключення. Завдяки попередньому кешуванню ресурсів, повторні відвідування застосунку можуть відбуватись без участі мережі, що не лише прискорює інтерфейс, а й зменшує витрати трафіку до 90% порівняно зі звичайними сайтами [2].

Таким чином, PWA надають можливість для забезпечення продуктивної роботи вебзастосунків в умовах нестабільного або повільного підключення, що дозволяє підвищити продуктивність та зручність застосунків.

Література:

1. D. Fortunato and J. Bernardino, "Progressive web apps: An alternative to the native mobile Apps," 2018 13th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), Caceres, Spain, 2018, pp. 1-6. https://doi.org/10.23919/CISTI.2018.8399228.

2. Tamire, W. (2019). Evaluation of Progressive Web Application to develop an Offline-First Task Management App. https://urn.fi/URN:NBN:fi:aalto-201912226568.

3. Zimmerman, Jared M., "Progressive delivery of interactive content", Technical Disclosure Commons, (May 31, 2018). https://www.tdcommons.org/dpubs_series/1211.

МУЛЬТИФРАКТАЛЬНІ ОЗНАКИ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ЖЕСТІВ ЗА МІОГРАФІЧНИМИ СИГНАЛАМИ: ГІБРИДНИЙ ПІДХІД

Раєвський Є.Є., Величко О.М.

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, м. Харків

Актуальність задачі розпізнавання жестів за електроміографічними (ЕМГ) сигналами зумовлена зростаючими вимогами до точності, стійкості та адаптивності систем керування протезами, роботизованими пристроями та інтерфейсами «людина–машина». Незважаючи на значні досягнення в застосуванні глибоких нейронних мереж, існують обмеження, пов'язані з потребою у великих обсягах навчальних наборів даних, високою чутливістю до індивідуальних особливостей користувачів і варіацій у розташуванні електродів. Так, згідно з [1], точність класифікації 17 жестів із використанням часових згорток та механізмів уваги склала 81,65%. У роботі [2] при класифікації восьми жестів було досягнуто точності 97%, однак продуктивність моделі помітно знижувалась при зменшенні тривалості вікна сигналу, що є критичним для реального часу.

В роботі запропоновано застосування мультифрактального спектрального аналізу (MF-DFA) як методу попередньої обробки ЕМГ-сигналів з метою виділення інформативних ознак поверхневої міографічної активності. Чисельні експерименти проведено на основі тестових сигналів [3], зареєстрованих під час виконання 17 різних жестів. У результаті мультифрактального аналізу побудовано спектри, з яких було відокремлено ключові параметри: ширину спектра, положення максимуму та асиметрію, що були використані для формування навчального та тестового наборів даних. Класифікацію жестів реалізовано за допомогою нейронної мережі прямого поширення з одним прихованим шаром (32 нейрони) та функцією активації ReLU. За результатами тестування досягнуто точності 93%, що є конкурентним показником з огляду на кількість класів і використання лише статистичних характеристик спектра.

Отримані результати підтверджують ефективність мультифрактального аналізу для зниження розмірності ознак і підвищення стійкості класифікації. Запропонований підхід може бути адаптований для розробки практичних інтерфейсів розпізнавання жестів у режимі реального часу.

Література:

1. Hand Gesture Recognition Using Temporal Convolutions and Attention Mechanism / E. Rahimian et al. ICASSP 2022 - 2022 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP), Singapore, Singapore, 23–27 May 2022. 2022. URL: https://doi.org/10.1109/icassp43922.2022.9746174 (date of access: 23.04.2025).

2. Cho R., Puli S., Hwang J. Differentiating hand gestures from forearm muscle activity using machine learning. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*. 2024. P. 1–11. URL: https://doi.org/10.1080/10803548.2024.2383021 (date of access: 23.04.2025).

3. Jiang N., Pradhan A., He J. Gesture Recognition and Biometrics ElectroMyogram (GRABMyo). *PhysioNet*. URL: https://physionet.org/content/grabmyo/1.1.0/ (date of access: 23.04.2025).

ВИКОРИСТАННЯ ІНДЕКСІВ ГОЛОВИ ЛЮДИНА ДЛЯ КОМП'ЮТЕРНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ЗАХВОРЮВАНЬ

Романюк О. Н., Мазур В. В., Романюк О. В.
Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Індекси голови [1] використовуються в медичній практиці та наукових дослідженнях для діагностики патологій розвитку, визначення типу черепа, оцінки фізіологічного стану пацієнта, а також у криміналістиці та антропології. Ці індекси базуються на антропометричних вимірах голови, таких як ширина, довжина, висота, обхват та інші параметри. Використання комп'ютерних програм дозволяють оперативно визначити індекси голови людини по зображеннях.

Найпоширенішим є головний індекс або цефалічний індекс – співвідношення максимальної ширини голови до її максимальної довжини, виражене у відсотках. Цей індекс дозволяє класифікувати форму голови на доліхоцефалічну (вузька й довга голова), мезоцефалічну (середні пропорції) та брахіцефалічну (широка й коротка голова). Значення цефалічного індексу є важливим діагностичним критерієм при виявленні вроджених аномалій, зокрема краніосиностозів, мікроцефалії або макроцефалії.

Крім цефалічного, використовуються також інші індекси: лицевий індекс (відношення висоти обличчя до його ширини), фронтомаларний індекс (відношення міжвідстаневої ширини між виличними дугами до ширини чола), орбітоназальний індекс (співвідношення ширини очної ямки до ширини носа) тощо. Ці індекси можуть допомагати при діагностиці деформацій обличчя, хромосомних аномалій, таких як синдром Дауна, або порушень внутрішньоутробного розвитку.

В педіатрії індекси голови також використовують для моніторингу росту та розвитку немовлят, порівнюючи індивідуальні значення з нормативними таблицями за віком та статтю.

У неврології та нейрохірургії вимірювання окружності голови й побудова динаміки її змін слугує індикатором внутрішньочерепного тиску, гідроцефалії або прогресуючої атрофії мозку.

Сучасні методи діагностики також застосовують цифрову краніометрію з використанням КТ, МРТ або 3D-сканування, що дозволяє точно розраховувати індекси та виявляти навіть незначні аномалії розвитку черепа. Таким чином, індекси голови є важливими кількісними показниками в діагностиці неврологічних, педіатричних, генетичних та хірургічних станів.

Література

1. Солохіна, Л. О. Антропологія: навч. посіб. / Л. О. Солохіна; МВС України, Харків. нац. ун-т внутр. справ. – Харків[: ХНУВС], 2022. – 194 с.: іл

РЕАЛІЗАЦІЯ РЕЛЬЄФНОГО ТЕКСТУРУВАННЯ НА ГРАФІЧНИХ ПРОЦЕСОРАХ

Романюк О.Н., Майданюк В.П., Новосельцев О.О.
Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Реалізація рельєфного текстурування [1] на графічних процесорах (GPU) базується на використанні спеціальних текстур, що визначають деталі поверхні без зміни геометрії самої моделі. Головна ідея полягає в тому, що замість створення додаткових полігонів для відображення рельєфу, використовується нормал-мапа або карта висот, яка в шейдері коригує нормалі поверхні, впливаючи на освітлення і створюючи ілюзію нерівностей. Технічно цей процес здійснюється на етапі піксельного або фрагментного шейдингу в графічному конвеєрі GPU. Піксельний шейдер зчитує значення з нормал-мапи, перераховує нормаль поверхні з урахуванням отриманих даних та використовує отриману нормаль для обчислення освітлення кожного пікселя. Це забезпечує візуальне сприйняття складних поверхонь, таких як камінь, дерево чи метал, з високим рівнем деталізації, без необхідності складного геометричного моделювання. GPU сучасних архітектур, таких як Nvidia CUDA чи AMD RDNA, виконують ці операції паралельно, дозволяючи швидко і ефективно відтворювати складні сцени в реальному часі. Завдяки цьому, рельєфне текстурування широко застосовується у комп'ютерних іграх, віртуальній реальності, візуалізації продуктів і високоякісній 3D-графіці.

При реалізації рельєфного текстурування на GPU використовуються кілька основних методів. Найбільш поширеним є normal mapping, де кольори текстури зберігають інформацію про вектори нормалей поверхні у вигляді RGB-значень. Ці значення в шейдері переводяться в нормалізовані вектори, що використовуються для точного розрахунку відбиття світла. Інший важливий метод–parallax mapping, який створює більш переконливу ілюзію глибини за рахунок зміщення текстурних координат залежно від кута огляду і карти висот. Parallax Occlusion Mapping є удосконаленим варіантом цього методу, що використовує ітеративний процес пошуку перетину променя з поверхнею на основі карти висот. Це дає змогу досягти візуально точніших і складніших ефектів, таких як глибокі тріщини чи нерівності, що залежать від кута спостереження. Ці методики ефективно виконуються саме на GPU завдяки високій паралельності та оптимізованим потоковим обчисленням сучасних графічних процесорів. При програмній реалізації використовується GLSL, HLSL або інші шейдерні мови, де вся логіка текстурування та освітлення описується безпосередньо у шейдерних програмах.

Література

1. Романюк О. Н. Комп'ютерна графіка : електронний навчальний посібник / О. Н. Романюк, О. В. Романюк, Р. Ю. Чехместрук. – Вінниця : ВНТУ, 2023. – 147 с.

СИМПЛЕКС-ГРАДЧАТИЙ МЕТОД ПЛАНУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ ПРИ РОЗРОБЦІ ЦИНК-ФОСФАТНИХ БІОЦЕМЕНТІВ

[1]Сігунов О.О., [2]Дацок О.М., [1]Булатецький М.І., [1]Положай С.Г.

[1]Український державний університет науки і технологій, м. Дніпро

[2]Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків

Цинк-фосфатний біоцемент (ЦФБЦ) є одним із найуживаніших стоматологічних матеріалів. Він є незамінним: 1) як ізолююча підкладка у разі пломбування іншими пломбувальними матеріалами; 2) у дитячій стоматології для пломбування порожнини в молочних зубах; 3) для пломбування постійних зубів у разі подальшого накриття зубів коронками; 4) для пломбування кореневих каналів зубів при проведенні ендодонтичних утручань тощо.

Тому модернізація рецептури, для покращення якостей та відповідності сучасним вимогам для ЦФБЦ, зокрема межі міцності на стиск, адгезії до кісткового матеріалу, строків його тужавіння, а також підбір ефективних методів та засобів дослідження цих параметрів при створенні композицій є актуальною проблемою, яка потребує невідкладного вирішення.

Властивості сумішей залежать, в першу чергу, від природи і співвідношення вмісту основних компонентів, а також від таких фізико-хімічних умов як, температура, тиск, наявність домішок і таке інше. Якщо змінювати пропорції окремих компонентів, тобто змінювати склад багатокомпонентної системи, можна надати суміші бажані властивості.

Метою дослідження багатокомпонентних систем є встановлення кількісних залежностей між пропорціями окремих компонентів і властивостями суміші (пошук функціональних залежностей «склад – властивість», побудова діаграми «склад – властивість»), а також пошук координат точок, які забезпечують оптимізацію тих чи інших властивостей. В цьому сенсі найбільш раціональним є застосування симплекс-градчатого (СГ) методу планування експерименту.

Під час проведення лабораторних досліджень оптимізації властивостей цинк-фосфатних біоцементів із застосуванням СГ планування експерименту отримано квадратичну модель, що адекватно описує процес впливу частки компонентів у композицій на міцність та щільність ЦФБЦ. Дослідження моделі на екстремум та знаходження максимального та мінімального значення відгуку були показані за допомогою ізоліній на трикутних діаграмах, що характеризують межу міцності при стиску та щільність композицій.

Сформовано рівняння регресії, які описують залежність межі міцності на стиск та щільності ЦФБЦ від їх речовинного складу. Інтерфейс розробленого програмного продукту Si-Ex обробки результатів досліджень фізико-хімічних властивостей ЦФБЦ відповідно до СГ методу планування експерименту другого порядку наведено на рисунку 1.

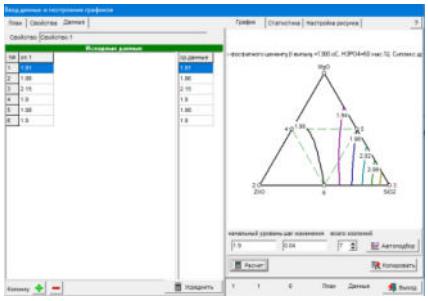


Рисунок 1 – Інтерфейс Si-Ex

3D-ДРУК І ОБЧИСЛЮВАЛЬНА ГІДРОДИНАМІКА – НОВА ЕРА ТЕРАПІЇ СИНУСИТУ

Сокольцов А. О., Аврунін О. Г.
Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків

Застосування обчилювальної гідродинаміки (CFD), інноваційної аерозольної терапії та 3D-друку для створення пацієнт-специфічних моделей носової порожнини на основі комп'ютерної томографії [1] дозволяє візуалізувати та індивідуально налаштовувати параметри зрошення: кут введення, положення голови та швидкість потоку. Це сприяє підвищенню ефективності лікування та покращенню комплаєнсу пацієнтів, особливо у післяопераційний період. Одночасно моделювання дозволяє неінвазивно оцінити динаміку повітряного потоку та транспорту аерозольних частинок у носовій порожнині. Чутливість результатів CFD-аналізу до варіацій порогу сегментації КТ-зображень, що істотно впливає на розрахунок опору, об'ємів та розподіл потоку залежить від стандартизації параметрів сегментації для забезпечення достовірності та відтворюваності результатів [2]. Альтернативою рідинним методам зрошення є можливість використання електронного інгалятору для ефективного аерозольного транспорту діючих речовин до порожнин пазух. На прозорих анатомічних моделях, виготовлених з урахуванням індивідуальної анатомії, показано успішне проникнення мікрокрапель суміші пропіленгліколю та гліцерину в навколоносові пазухи оптимально при низьких швидкостях потоку (2 л/хв) і зниження зі збільшенням швидкості потоку, при швидкості 11 л/хв і вище вхід був відсутній. Після проведення хірургічної корекції анатомічних структур (унцинектомії) спостерігалося покращення проникнення аерозолю, що підкреслює важливість анатомічного фактора. У порівнянні з традиційними методами доставки (спреї, небулайзери), е-вейп-аерозолі забезпечують кращу інфільтрацію в цільові області [3]. Представлений комплексний підхід відкриває нові можливості для персоналізованої терапії хвороб носа і пазух, поєднуючи візуалізаційні технології, комп'ютерне моделювання та інженерні рішення для досягнення максимальної ефективності лікування.

Література:

1. Avrunin, O. G., Tymkovych, M. Y., Saed et al. (2019). Application of 3D printing technologies in building patient-specific training systems for computing planning in rhinology Processing and 48th International Scientific and Practical Conference on Application of Lasers in Medicine and Biology, 2018, 1−8. doi:10.1201/9780429057618-1.

2. Zhao K, Kim K, Craig JR, Palmer JN. Using 3D printed sinonasal models to visualize and optimize personalized sinonasal sinus irrigation strategies. Rhinology. 2020 Jun 1;58(3):266-272. doi: 10.4193/Rhin19.314.

3. Seifelnasr A, Zare F, Si X, Xi J. Exploring E-Vape Aerosol Penetration into Paranasal Sinuses: Insights from Patient-Specific Models. Pharmaceuticals (Basel). 2025 Jan 22;18(2):142. doi: 10.3390/ph18020142.

МЕТРИКА ВІДСТАНІ ДЛЯ СИГНАЛІВ ЕКГ НА ОСНОВІ СТАТИСТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ КОРЕЛЯЦІЙНОЇ ФУНКЦІЇ

Ставиченко С.Г., Філатова Г.Є.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Задача оцінки відстані між часовими рядами є фундаментальною у багатьох прикладних задачах, таких як класифікація сигналів, пошук схожих шаблонів, виявлення аномалій та передбачення майбутніх значень. Найбільш поширеними підходами до оцінки відстані між сигналами є середньоквадратична похибка (MSE) та середня абсолютна похибка (MAE). Проте ці метрики чутливі до незначних часових зсувів, що характерно для ЕКГ-сигналів із різкими піками. Для вирішення зазначеної проблеми застосовуються такі метрики як Dynamic Time Warping (DTW), або метрики, засновані на перехресній кореляції чи структурних подібностях такі як SSIM. У цій роботі запропоновано метрику відстані, що базується на статистичних характеристиках кореляційної функції (КФ) між двома сигналами. Середньоквадратичне відхилення є інваріантним до глобального часового зсуву сигналу та буде мати найбільше значення при однаковій формі зубців ЕКГ. Центр масс КФ характеризує ступень зсуву сигналу у часі. Сигнали $x(t)$ та $y(t)$ попередньо фільтруються високочастотним фільтром, вирівнюються відносно ізолінії, нормуються у діапазоні [0, 1] та розділяються на додану та від'ємну складові x^+, x^- та y^+, y^-. Крос-кореляційні функції обчислюються окремо для кожної пари складових:

$$r(\tau) = (x^+ * y^+)(\tau) + (x^- * y^-)(\tau).$$

Далі розраховуються середньоквадратичне відхилення та зміщення центру мас r:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_\tau (r(\tau) - \bar{r})^2};\ CoM = \sum \frac{\tau r(\tau)}{r(\tau)},$$

для $-n < \tau < n$, де n – кількість відліків сигналу.

Підсумкова функція відстані має вигляд:

$$d(x, y) = \sigma + \alpha CoM,$$

де α - гіперпараметр що впливає на чутливість до глобального часового зсуву сигнала.

Для оцінки поведінки різних метрик побудовано залежність значення функції відстані від ступеня часової деформації сигналу. Деформовані сигнали генеруються шляхом нелінійного масштабування часової осі з різною амплітудою викривлення. Запропонована метрика демонструє більш стабільну та гладку залежність від деформацій, ніж традиційні метрики MSE та MAE, а також DTW та кореляційні коефіцієнти. У подальшій роботі передбачається адаптація функції для використання у якості функції втрат при оптимізації параметрів нейронних мереж для підвищення якості навчання у задачах генерації та реконструкції сигналів.

СУЧАСНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ МІКРОСУДИН ЗА ДОПОМОГОЮ КАПІЛЯРОСКОПІЇ

Торяник М.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків

Обробка медичних зображень є ключовим інструментом для покращення візуалізації та аналізу даних [1, 2], зокрема оптична капіляроскопія є важливим методом дослідження стану мікроциркуляторного русла, що дозволяє візуалізувати мікросудини в реальному часі.

Метою дослідження є розробка алгоритму сегментації мікросудин на основі зображень, отриманих за допомогою оптичної капіляроскопії. Впровадження цифрової обробки медичних зображень дозволяє підвищити точність діагностики, мінімізувати людський фактор і покращити ефективність лікування [3]. Важливим завданням роботи є автоматизоване визначення кількості мікросудин для зменшення впливу людського фактора. Розроблено алгоритм, який демонструє високу точність у сегментації мікросудин. Автоматизоване визначення кількості мікросудин дозволило підвищити об'єктивність аналізу і зменшити час обробки зображень. Виявлено, що використання нейромережевих підходів забезпечує більш точні результати в складних зображеннях, які містять шуми або нерівномірне освітлення. Вплив якості вихідних зображень на точність сегментації та необхідність стандартизації умов зйомки. Сучасні алгоритми, включаючи методи машинного навчання, забезпечують автоматизацію процесів сегментації, фільтрації шумів та виявлення патологічних змін [4]. Автоматизація сегментації та підрахунку мікросудин на основі оптичної капіляроскопії є перспективним напрямком для медичної діагностики. Розроблені алгоритми можуть бути інтегровані у програмне забезпечення для капіляроскопів, що полегшить роботу лікарів.

Література:

1. Y. Sokol, O. Avrunin, K. Kolisnyk and P. Zamiatin, "Using Medical Imaging in Disaster Medicine," 2020 IEEE 4th International Conference on Intelligent Energy and Power Systems (IEPS), Istanbul, Turkey, 2020, pp. 287-290, doi: 10.1109/IEPS51250.2020.9263175

2. Місоченко С. Ю. Дослідження використання вірогіднісних методів у сфері обробки біомедичних зображень / С. Ю.Місоченко, К. Г. Селіванова, О. Г. Аврунін // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXX міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2022, 19-21 жовтня 2022 р. – Харків : НТУ «ХПІ», 2022. – С. 902.

3. Інтелектуальні технології в медичній діагностиці, лікуванні та реабілітації: монографія / [С.В. Павлов, О.Г. Аврунін, С.М. Злепко, Є.В. Бодянський та ін.]; за редакцією С. Павлова, О. Авруніна. – Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К», 2019. – 260 с.

4. Multiscale quantitative analysis of microscopic images of ice crystals / M. Y. Tymkovych, O. G. Avrunin, O. Gryshkov, K. G. Selivanova, V. Mutsenko, B. Glasmacher. // 46 th ESAO Congress.The International Journal of Artificial Organs. Hannover, Germany.- 2019. –Vol.42 ,Number 8. – P. 429.

СПЕЦІАЛІЗОВАНІ ANALOG FRONT-END МІКРОСХЕМИ ДЛЯ НЕІНВАЗИВНОГО ВИМІРЮВАННЯ ФІЗІОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ

Усейнов С. Е., Дацок О.М., Кожешкурт В.О.
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, м. Харків

Analog Front-End (AFE) мікросхеми є незамінними у створенні портативних пристроїв для неінвазивного вимірювання фізіологічних параметрів. AFE дозволяють безпосередньо зчитувати біосигнали, такі як електрокардіограма (ECG), фотоплетизмограма (PPG), здійснюючи попередню обробку сигналів та їх фільтрацію, підсилення і аналого-цифрове перетворення для подальшої цифрової обробки, що здійснюється мікроконтролером.

AFE4950 (Texas Instruments) – енергоефективна мікросхема, призначена для синхронного зчитування сигналів PPG та ECG у портативних пристроях з напругою живлення 1,8 В – 3.6 В. Мікросхема включає модулі керування до восьми світлодіодами, зчитування через чотири фотодіоди з подальшим підсиленням (TIA+PGA) та високоточним АЦП. Канал ECG реалізовано через одноканальний підсилювач, буфер і АЦП із частотою до 2 кГц. Для передачі даних реалізовані інтерфейси SPI та I^2C, а буфер FIFO дозволяє зберігати сигнали з мінімальними затримками. AFE4950 реалізує метод неінвазивного визначення артеріального тиску за параметром PAT (Pulse Arrival Time), що визначається як часова різниця між електричним імпульсом (Q-зубець ECG) та механічною реакцією у периферійних судинах (максимум PPG-сигналу). Цей показник корелює з жорсткістю артерій та швидкістю розповсюдження пульсової хвилі (PWV), що дозволяє оцінити артеріальний тиск без використання манжети [1]. Альтернативні рішення: AFE4960P (Texas Instruments) та MAX86176 (Maxim Integrated), що призначені для синхронної реєстрації PPG і ECG в клінічних портативних пристроях.

Розробка для професійних медичних моніторів – HM301D (STMicroelectronics) має три канали для зчитування біопотенціалів (ECG, EEG, EMG) та одним каналом біоімпедансу, що відповідає медичним стандартам (IEC, AAMI); має вбудовану цифрову демодуляцію та можливість каскадного підключення кількох чипів. AS7038RB (ams-OSRAM) – компактний сенсор, який реалізує алгоритми для визначення частоти серцевих скорочень (HRM), варіабельності ритму (HRV), SpO_2 і артеріального тиску [2].

Використання AFE дозволяє створити компактні енергоефективні портативні медичні прилади для неінвазивного моніторингу серцево-судинної системи пацієнтів. Вибір AFE з відповідною кількістю каналів, точністю АЦП, енергоспоживанням та функціональністю залежить від завдання – чи то фітнес-вимірювання, амбулаторний моніторинг чи клінічний контроль стану пацієнта.

Література:

1. Texas Instruments. "Innovative Blood Pressure Sensing Using Non-Invasive Continuous Monitoring Techniques." (2023). Texas Instruments Medical Innovations.

2. Oxford Academic. "Resonance Sonomanometry for Non-Invasive Continuous Monitoring of Blood Pressure." *PNAS Nexus* 3(7), 2023. Доступно на: academic.oup.com

ШВИДКИЙ ПОШУК СХОЖИХ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ НА ОСНОВІ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

В.В. Філатов, Г.Є. Філатова, А.І. Поворознюк

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Зростання обсягів інформації в Інтернеті актуалізує потребу в ефективній кластеризації новинного контенту, зокрема зображень, що супроводжують тексти. В [1] розроблено класифікатор зображень із низькою чутливістю до зростання баз даних, який дозволяє підвищити ефективність пошуку ідентичних зображень у масивах з щоденним приростом до 12000 одиниць. Розроблений класифікатор дозволяє ефективно шукати схожі зображення, якщо вони дійсно однакові або повернуті на ортогональний кут. Але якщо зображення, що класифікуються, мають спотворення, наприклад, зміна кольорової гами, зсув та/або обрізка на декілька пікселів, то сигнатура таких зображень починає відрізнятися від еталонної, що призводить до помилок кластеризації за допомогою запропонованого класифікатора. Таки помилки або призводять до формування додаткових кластерів зі спотвореними зображеннями (помилки 1-го роду), або к віднесенню до певного класу зображень, які не є схожими до еталонного (помилки 2-го роду). При цьому налаштування параметрів класифікатора не дають змоги зменшити одночасно помилки 1-го та 2-го роду. Тому пропонується для підвищення якості класифікації на другому етапі пошуку схожих зображень застосувати нечітку логіку для визначення ступені приналежності зображення відповідному кластеру.

Для реалізації другого етапу пропонуються наступні кроки:

1. Для кожного значення вектора сигнатури знайти підкластер потенційно схожих зображень зі застосуванням прямокутної функції належності $\mu_i(x) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } x \in [a_i, b_i] \\ 0, & \text{інакше} \end{cases}$, де a_i, b_i – границі діапазону для i-ї координати вектора сигнатури; x – значення i-ї координати вектора сигнатури.

2. Для зображень знайденого підкласу обчислити значення функції належності $\mu_i(x) = e^{-\frac{(x-c_i)^2}{2d_i^2}}$, де x, c_i – нормовані та відцентровані значення i-ї координати вектора сигнатури нового та еталонного зображень відповідно; d_i – параметр розкиду значень.

3. Прийняття рішення. Нове зображення з підкластера відноситься до існуючого кластера C_k, якщо глобальна міра подібності $\bar{\mu} = \frac{1}{M}\sum_{i=0}^{M-1}\mu_i(x) \geq \varepsilon_k$, де ε_k – заданий поріг; M – довжина сигнатури. Якщо умова не виконується, то зображення залишається у кластері, який був знайдений на першому етапі, тобто етапі чіткого пошуку [1].

Запропонований метод дозволив значно зменшити помилки 1-го роду.

Література:

1. Filatov V. Image classifier for fast search in large databases / Filatov V., Filatova A., Povoroznyuk A. // Advanced Information Systems. – 2024. – Vol. 8, No. 2, pp. 12-20.

ПОТЕНЦІАЛ КІБЕРФІЗИЧНИХ СИСТЕМ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ СТАНДАРТІВ ЯКОСТІ МЕДИЧНИХ ЛАБОРАТОРІЙ ЗГІДНО З ISO 15189

[1]Чабан О.П., [2]Чабан О.І.

[1]Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького,
[2]Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів

Основним завданням медичної лабораторії є задоволення потреб різних категорій споживачів за рахунок проведення гарантовано точних і достовірних лабораторних досліджень і надання якісних послуг відповідно до очікувань споживачів.

У контексті впровадження кіберфізичних систем в управління якістю медичних лабораторій, важливу роль відіграє інтелектуальний аналіз даних та оперативна аналітична обробка результатів лабораторних досліджень, що являється ключовими інструментами ідентифікації, оцінки та моніторингу ризиків. Зазначені компоненти є невід'ємною частиною процесу підтримки ухвалення рішень, спрямованих на попередження, мінімізацію та усунення потенційних загроз, що можуть вплинути на достовірність результатів досліджень та безперервність функціонування лабораторної системи.

Міжнародні нормативні документи в галузі регулювання якості роботи медичних лабораторій такі як ISO 15189 : 2022 , ISO 22367 : 2020 та ISO 35001: 2019 встановлюють вимоги щодо управління ризиками, забезпечення якості та безпеки лабораторних досліджень, зменшення похибок на всіх етапах лабораторного процесу, а також впровадження заходів для безперервного вдосконалення системи управління якістю.

Кіберфізична система для моніторингу показників стану здоров'я повинна мати ефективно впроваджене управління ризиками, адже однією з умов дієвості такої системи, зокрема в умовах медичних лабораторій, є застосування детально розроблених та обґрунтованих підходів до оцінки ризиків. Система має містити чітко визначені критерії показників, які дозволяють об'єктивно оцінити ефективність її функціонування в реальному часі.

Перевірені в межах кіберфізичної інфраструктури дані можуть бути експортовані до експертно-аналітичних систем для формування прогнозів, виявлення аномалій та обґрунтованої оцінки залишкового ризику. Такий підхід дозволяє не лише своєчасно виявляти критичні відхилення, а й забезпечує відповідність системи управління ризиками вимогам стандарту ISO 15189.

Управління ризиками, що базується на належному виконанні визначених функцій, сприятиме зменшенню помилок при плануванні, впровадженні та експлуатації кіберфізичної системи. Це, у свою чергу, забезпечить надійність та стабільність системи менеджменту якості у медичних лабораторіях.

Література:

1. *ISO 15189:2022 «Вимоги до якості і компетентності»*
2. *Shishvan, O.R.; Zois, D.S.; Soyata, T. Incorporating artificial intelligence into medical cyber-physical systems: A survey. In Connected Health in Smart Cities; Springer: Cham, Switzerland, 2020; pp. 153–178*

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ В ЗАДАЧАХ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБЛИЧ ТА КЛАСИФІКАЦІЇ ЕМОЦІЙ

Чугунов В.Ю., Поворознюк О.А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Методи машинного навчання активно застосовуються в задачах комп'ютерного зору, зокрема в розпізнаванні облич та класифікації емоцій [1]. Найпоширенішими підходами до розпізнавання емоцій є:

1. Класичні методи з використанням ознак: такі як HOG (Histogram of Oriented Gradients), LBP (Local Binary Patterns), SVM (Support Vector Machine), які використовуються для виділення ознак з обличчя та подальшої класифікації[2].
2. Глибоке навчання: моделі на основі згорткових нейронних мереж (CNN), які здатні автоматично навчатися релевантних ознак з зображення без ручної інженерії ознак[3].
3. Transfer learning: застосування попередньо натренованих моделей (наприклад, VGGFace, ResNet, або MobileNet), які були навчені на великих обличчєвих датасетах, і можуть бути донавчені на задачі розпізнавання емоцій.
4. До основних відкритих датасетів, що використовуються для задачі розпізнавання емоцій, належать FER2013, AffectNet, RAF-DB. Ці набори містять тисячі зображень облич, маркованих відповідно до основних емоційних категорій: радість, сум, страх, злість, здивування, відраза, нейтральний стан.

Для реалізації емоційного тесту в межах мобільного застосунку було вирішено використати модель згорткової нейронної мережі (CNN), зокрема на основі MobileNetV2, оскільки ця архітектура є оптимальною за швидкодією та розміром для розгортання на мобільних пристроях. MobileNetV2 дозволяє досягти балансу між точністю класифікації та ресурсами пристрою. Модель буде донавчатися на датасеті FER2013, який є відкритим та добре відомим у сфері емоційного розпізнавання. Кінцевим результатом стане модель, яка зможе класифікувати емоційний стан користувача за фото (наприклад, "радість", "сум", "нейтральність") у реальному часі під час проходження тесту. Інші методи, зокрема класичні SVM або LBP+SVM, були відхилені через нижчу точність та недостатню адаптивність до складних варіацій зображень в реальних умовах (освітлення, ракурси, тощо).

Література

1. Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). Deep Learning. MIT Press.
2. Mollahosseini, A., Hasani, B., & Mahoor, M. H. (2017). AffectNet: A Database for Facial Expression, Valence, and Arousal Computing in the Wild. *IEEE Transactions on Affective Computing*, 10(1), 18–31.
3. Simonyan, K., & Zisserman, A. (2015). Very Deep Convolutional Networks for Large-Scale Image Recognition. arXiv preprint arXiv:1409.1556.

СЕКЦІЯ 9
КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

9.4 ІНФОРМАТИКА І МОДЕЛЮВАННЯ

РОЗРОБКА КОМП'ЮТЕРНОГО СИМУЛЯТОРА FPV-ДРОНІВ З ІНТЕГРАЦІЄЮ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Бірюков Д.Є., Скородєлов В.В.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В даний час, враховуючи високу вартість та ризики пошкодження реального FPV-дрона, під час початкового етапу навчання операторів (пілотів) FPV-дронів актуальності набуває створення віртуального середовища на базі комп'ютерів для безпечного набуття навичок пілотування. Особливо важливо це для новачків, які прагнуть підготуватись до реальних польотів без додаткових витрат.

У роботі проведено огляд наявних компютерних симуляторів FPV-дронів і наведено результати їх порівняльного аналізу, зокрема їхніх функціональних обмежень, використання штучного інтелекту (ШІ), складності використання та відсутності локалізованих рішень для вітчизняного користувача. Показано, що більшість з них або орієнтовані виключно на спортивні перегони, або не мають достатньої кастомізації для імітації різних типів дронів та умов польоту.

Метою роботи є створення комп'ютерного FPV-симулятора з базовим функціоналом, який дозволяє користувачеві отримати реалістичний досвід керування дроном, поступово освоюючи механіку польоту, навігацію в просторі та контроль у складних умовах.

Сформульовані основні завдання розробки:

- реалізація фізичної моделі польоту;
- створення різних типів камер (в тому числі FPV);
- створення середовища з перешкодами;
- інтеграція штучного інтелекту;
- реалізація спеціальних візуальних і аудіо ефектів для максимального занурення.

Обґрунтовано вибір стеку технологій для реалізації поставленої мети: ігровий рушій Unity, мова програмування C#, а також відповідні бібліотеки для роботи з фізикою польоту, графікою та штучним інтелектом (зокрема Unity ML-Agents).

Пропонується варіант реалізації мультиплатформного симулятора як навчального інструменту для користувачів-початківців. Детально описано архітектурний підхід (MVC), структуру проєкту, функціональні модулі, принципи управління дроном та логіку переходу між рівнями.

Наведено результати тестування, які свідчать про ефективність запропонованого рішення в якості тренажера для початкового оволодіння навичками польоту без ризику пошкодження реального FPV-дрона.

Застосування розробленого FPV-симулятора сприятиме популяризації безпілотних технологій, підвищенню рівня підготовки користувачів та зменшенню порогу входу в сферу FPV-пілотування.

МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ РЕДАГУВАННЯ ДОКУМЕНТІВ

Боцула О.О.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Штучний інтелект (ШІ) постійно вдосконалює можливості автоматизації у різних сферах, включаючи обробку текстової інформації. Редагування документів, яке полягає у видаленні або приховуванні конфіденційної інформації, є однією з важливих задач, де застосовуються моделі та методи ШІ.

Моделі обробки природної мови (NLP) є основою для автоматизованого редагування. Однією з найбільш популярних архітектур є трансформери, такі як T5 (Text-to-Text Transfer Transformer) і RoBERTa (Robustly Optimized BERT Approach). Вони демонструють високу ефективність у задачах розпізнавання тексту, класифікації даних та вилучення сутностей. Такі моделі можуть автоматично визначати чутливу інформацію, як-от імена, номери рахунків або адреси.

Глибокі нейронні мережі (DNN), такі як згорткові нейронні мережі (CNN) і рекурентні нейронні мережі (RNN), є важливими компонентами для аналізу текстових даних у реальному часі. RNN, зокрема їх вдосконалені варіанти LSTM і GRU, забезпечують можливість обробки послідовностей тексту з урахуванням контексту. Вони застосовуються для вилучення семантичних особливостей і створення адаптивних методів редагування.

Методи редагування включають розпізнавання конфіденційної інформації за допомогою моделей розпізнавання сутностей (NER) та заміну таких даних на узагальнені або приховані значення. Застосування гібридних систем, які поєднують машинне навчання та правила, підвищує точність і гнучкість процесу.

Мультимодальні підходи забезпечують обробку документів, які включають не лише текст, а й графічні елементи. Моделі, такі як Donut (Document Understanding Transformer), спеціалізуються на роботі з документами у різних форматах, включаючи PDF та зображення. Вони поєднують функції обробки природної мови та комп'ютерного зору, що робить їх ефективними для аналізу складних документів.

Незважаючи на значний прогрес, автоматизація редагування документів має низку викликів. Точність ідентифікації залишається важливим завданням, оскільки помилки можуть призвести до витоку конфіденційної інформації або неправильного редагування. Масштабованість систем також викликає труднощі через обчислювальні витрати, необхідні для обробки великих обсягів даних. Крім того, етичні питання та дотримання правових норм, таких як CCPA чи GDPR, є важливими аспектами для розробки та використання таких систем.

Таким чином, моделі та методи ШІ відкривають нові горизонти для автоматизації редагування документів. Проте для їх успішного впровадження необхідно враховувати технологічні, етичні та правові аспекти, забезпечуючи захист даних та відповідність сучасним стандартам безпеки.

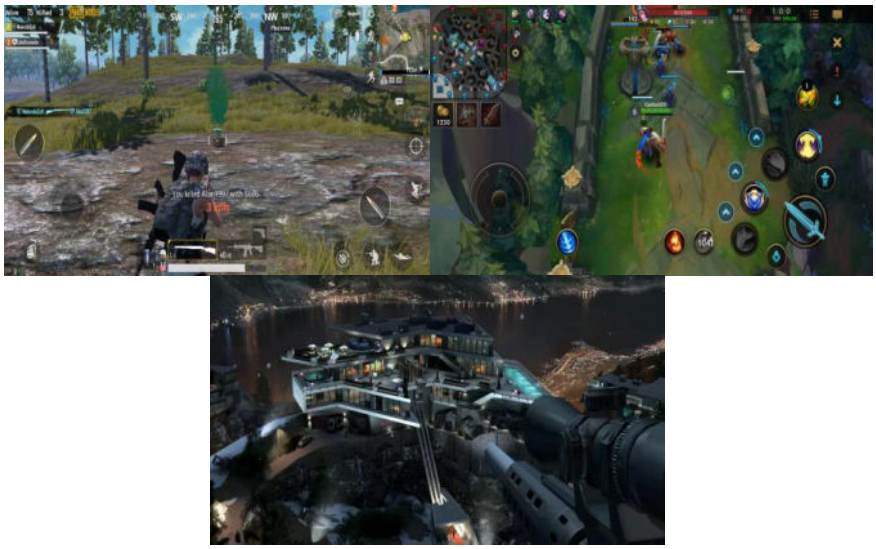
CHOOSING THE PERSPECTIVE OF THE PLAYER'S CAMERA IN MOBILE GAMES

Breslavets M., Chernykh O.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

In today's world, mobile game development is evolving as fast as you can scroll through TikTok. According to data, the market is projected to generate $98 billion in 2026.

Given this, mobile game development is moving beyond the indie niche – where students used to create projects for fun – and is becoming a battleground for major game development giants. With the arrival of big business in game design, standardized yet effective approaches are emerging. This is particularly relevant when choosing the player's camera perspective.

Due to the small screen size, developers often try to maximize the field of view in action games by placing the camera behind the character's shoulders – for example, in PUBG Mobile (Fig. 1). In strategy and casual games, the camera is usually placed from the side or top, as seen in League of Legends: Wild Rift (Fig. 2). In games where quick reactions and precise aiming are critical, the first-person perspective becomes essential – such as in Hitman Sniper (Fig. 3). The undeniable advantage of this perspective is the deep immersion it provides, allowing the player to fully inhabit the character.



a) b) c)

Figure 1 – Examples of the cameras behind the character's shoulders: a) PUBG: Mobile, b) in League of Legends: Wild Rift, c) Hitman Sniper

From this, we can conclude that when choosing a camera perspective in mobile games – just like in games on larger platform – developers should consider the peculiarities of the genre, the needs of the player, and the artistic vision of the game.

АНАЛІЗ ШЛЯХІВ УДОСКОНАЛЕННЯ ПАТЕРНУ ОНОВЛЕННЯ СМАРТ-КОНТРАКТІВ DIAMOND STANDARD

Бучіхін А.А., Болтьонков В.О.
Національний університет "Одеська політехніка", м.Одеса

У роботі розглянуто питання недоліків найбільш розвиненого патерну оновлення смарт-контрактів на EVM-сумісних блокчейнах – ERC-2535 Diamond Standard [1]. Створена з метою надання можливості організовувати протокол як набір вставних модулів логіки з єдиним місцем всіх його даних, реалізація розробленого патерну залишила в собі такі недоліки, як контроль доступу до даних у неструктурованому сховищі, вартість викликів між обновлюваними модулями логіки, вартість маршрутизації викликів, вартість оновлення маршрутизації, колізії селекторів функцій та статичність головного модуля логіки, що містить логіку оновлення самого протоколу.

Розроблене вдосконалення базується на новій пропозиції – EIP-7702 [2], яка буде додана в оновленні Pectra найближчим часом [3]. Вона вводить новий тип транзакції – 0x04, що дозволяє EOA-гаманцям поводитися як смарт-контракт, адреса якого вказана в цій транзакції, допоки нова така транзакція не прибере цю поведінку, видаливши адресу з вказівника. Це нововведення дозволило дешево оновлювати та виконувати код делегованого контракту, зробивши EOA статичними адресами обновлюваних модулів логіки. Перевагою таких адрес стала можливість використання Sparse Merkle Tree [4] для хешування всіх цих адрес в єдиному корені, який можна зберігати у головному контракті як константу. При цьому докази наявності зазначених адрес у корені не змінюватимуться завдяки передчасній генерації всіх EOA-гаманців.

Для користування таким протоколом створюється бібліотека, яка містить усі адреси та докази для взаємодії з функціями протоколу як зі звичайними. Проблеми зі сховищем вирішено комбінацією Diamond Storage [5] та нещодавно доданого ERC-7201 [6], із створенням просторів для різних контекстів. Розроблений патерн усуває всі недоліки свого попередника і є набагато ефективнішим за нього.

Література:

1. Mudge N. ERC-2535: Diamonds, Multi-Facet Proxy [Електронний ресурс] – Ethereum Improvement Proposals, no. 2535, Feb 2020. – URL: https://eips.ethereum.org/EIPS/eip-2535.

2. Buterin V., Wilson S., Dietrichs A., lightclient. EIP-7702: Set EOA account code [Електронний ресурс] – Ethereum Improvement Proposals, no. 7702, May 2024. – URL: https://eips.ethereum.org/EIPS/eip-7702.

3. Ethereum Foundation. Pectra Testnet Announcement [Електронний ресурс] – Ethereum Foundation Blog, Feb 2025 р. – URL: https://blog.ethereum.org/2025/02/14/pectra-testnet-announcement.

4. Baylina J., Bellés M. Sparse Merkle Trees [Електронний ресурс] – URL: https://docs.iden3.io/publications/pdfs/Merkle-Tree.pdf.

5. Mudge N. How Diamond Storage Works [Електронний ресурс] – DEV Community, 18.09.2020 (ред. 17.09.2022). – URL: https://dev.to/mudgen/how-diamond-storage-works-90e.

6. Giordano F., Croubois H., García E., Lau E. ERC-7201: Namespaced Storage Layout [Електронний ресурс] – Ethereum Improvement Proposals, no. 7201, June 2023. – URL: https://eips.ethereum.org/EIPS/eip-7201.

ДОСЛІДЖЕННЯ АЛГОРИТМІВ УДОСКОНАЛЕННЯ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Ващенко Д.В., Бульба С.С.
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", м. Харків

У сучасному світі людина все більше залежить від інформаційних технологій. При цьому, взаємодія користувачів з обчислювальними ресурсами проходить за допомогою графічного інтерфейсу, а отже часто виникає необхідність опрацьовувати цифрові зображення щоб підготувати їх для подальшого використання.

Удосконалення цифрових зображень необхідне для підвищення якості візуального контенту в таких сферах, як медична медичних знімків, відеоспостереження, цифрова фотографія, дизайн, дистанційне зондування Землі та штучний інтелект. У більшості випадків під удосконаленням мають на увазі усунення дефектів, таких як шум, розмитість, неправильна експозиція або низька контрастність, а також адаптація зображень до подальшої обробки чи аналізу. Для цього використовують існуючі алгоритми або їх комбінацію [1 – 4].

Серед них класифікуються основні групи, що спрямовані на зменшення шумів, усунення розмиття та артефактів за допомогою фільтраційних підходів, алгоритми покращення контрастності, які дозволяють підвищити виразність візуальних деталей, особливо в умовах недостатнього освітлення та алгоритми підвищення різкості використовуються для акцентування контурів і відтворення дрібних елементів зображення.

Метою доповіді є дослідження алгоритмів удосконалення цифрових зображень.

В доповіді розглядаються базові алгоритми обробки та удосконалення цифрових зображень.

Реалізацію алгоритмів можна проводити за допомогою сучасних бібліотек що розроблені для роботи з зображеннями та у спеціалізованих системах.

Отже, дослідження базових алгоритмів обробки зображень дасть змогу підвищити ефективність роботи інформаційних систем що використовують цифрові зображення.

Література:

1. Gonzalez R. C., Woods R. E. Digital image processing. – 5th ed. – Boston : Pearson Education, 2022. – 992 p. – ISBN 9780137929647.

2. Kaur H., Arora A. Contrast enhancement techniques for digital images: A comparative study // Multimedia Tools and Applications. – 2023. – Vol. 82. – P. 18645–18665. – DOI: 10.1007/s11042-023-16052-7.

3. Zhang, K., Zuo, W., Chen, Y., Meng, D., & Zhang, L. (2023). "Beyond a Gaussian Denoiser: Residual Learning of Deep CNN for Image Denoising." IEEE Transactions on Image Processing, 32, 1245–1260. https://doi.org/10.1109/TIP.2023.3245678.

4. Choi, J., & Kim, M. (2022). "Image Super-Resolution Using Deep Learning: A Review." Electronics, 11(4), 568. https://doi.org/10.3390/electronics11040568.

ВИКОРИСТАННЯ СЕГМЕНТАЦІЇ ДЛЯ ВИБІРКОВОГО ПОШУКУ ОБ'ЄКТІВ НА АЕРОФОТОЗНІМКАХ

Власенко В.О., Дашкевич А.О.
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", м. Харків

В умовах розвитку таких технологій як безпілотні літальні апарати важливо розробляти такі підходи, які можуть забезпечити швидкий та точний аналіз великих обсягів зображень. При вибірковому пошуку різноманітних об'єктів (наприклад, будівель, доріг, сільськогосподарських ділянок тощо) на аерофотознімках, отриманих з дронів, важливо отримувати їх конкретне визначення. Зазвичай, для пошуку використовують методи класифікації, які допомагають розбити зображення на сітку або на прямокутні області. Але в умовах складних зображень та високої концентрації об'єктів на одному місці виникає проблема перекривання таких прямокутних областей, що ускладнює точне визначення об'єктів.

Однією з ключових задач комп'ютерного зору є сегментація зображень, що дозволяє ділити зображення на відокремлені області. У попередніх дослідженнях було запропоновано метод, що дозволяє частково вирішити проблему прямокутників, що перетинаються [1] без використання сегментації. Але він має обмеження при обробці зображень із складною геометрією. Тому, дослідження можливості використати методи сегментації для попереднього виділення окремих частин зображення є актуальним.

Дослідження науковців доводять, що у задачах сегментації супутникових зображень та аерофотознімків, досить ефективним є використання архітектур нейронних мереж U-Net, DeepLabv3+, HRNet тощо [2]. А модель Segment Anything зарекомендувала себе як універсальний інструмент для швидкої та якісної сегментації зображень будь-якого типу [3].

Використання сегментації у подальших дослідженнях зможе дозволити отримати маски об'єктів на аерофотознімках, що відкриє нові можливості для більш інформативного та точного вибіркового аналізу. Очікується, що такий підхід зможе збільшити точність визначення об'єктів на 10-15 % та зможе зменшити кількість неправильних результатів порівняно з попередніми дослідженнями.

У майбутніх етапах роботи запланована перевірка даної гіпотези та розробка власного підходу до обробки аерофотознімків за допомогою сучасних архітектур нейромереж.

Література:

1. V. Vlasenko, A. Dashkevych, D. Vorontsova and O. Okhotska. An Application for Research of Object Selection and Tracking in Images. *2023 IEEE 4th KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek)*. 2023. PP. 1-4.

2. Gui S., Song S., Qin R., Tang Y. Remote Sensing Object Detection in the Deep Learning Era – A Review. *Remote Sensing* 16. 2024. № 2. P. 327.

3. Kirillov A., Mintun E., Ravi N., Mao H. et al. Segment Anything. *Proceedings of the IEEE/CVF International Conference on Computer Vision (ICCV)*. 2023. PP. 14784-14794.

A METHOD FOR MODELING SELF-SIMILAR TRAFFIC BASED ON EMPIRICAL DATA

Volkov M.V., Voronets V.M., Pustovoitov P.E.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

This paper proposes a method for modeling self-similar traffic based on empirical data, enabling accurate reproduction of typical network load characteristics for further analysis and optimization of Quality of Service (QoS) control mechanisms in telecommunication networks.

Modern telecommunication traffic exhibits self-similarity, significantly affecting the performance of queueing mechanisms and resource allocation strategies [1]. Most classical models rely on Poisson assumptions, which fail to reflect the long-range dependence and burstiness observed in real traffic flows [2].

To develop a traffic modeling method that reflects self-similar properties based on the statistical analysis of real network data, aimed at use in simulating data transmission systems under realistic load conditions.

Main Contributions.

1. Empirical traffic data was collected from real-world IP network segments and analyzed using statistical tools.

2. Self-similarity was assessed using fractal analysis techniques, particularly the estimation of the Hurst parameter via R/S analysis and periodogram methods.

3. A traffic generation method was proposed, utilizing Fractional Gaussian Noise (FGN) and enhanced ON/OFF models with Pareto-distributed active and idle periods.

4. A comparative analysis between synthetic and empirical traffic was conducted using histograms, autocorrelation functions, and spectral density comparisons.

5. Statistical validation confirmed the model's accuracy, highlighting its potential for application in simulation-based studies on QoS mechanisms, traffic shaping, and capacity planning.

The developed method allows for realistic generation of self-similar traffic patterns, replicating key empirical properties. It is suitable for use in the design and evaluation of next-generation telecommunication systems that require precise modeling of bursty and long-range dependent traffic.

Keywords: self-similarity, network traffic, modeling, Hurst parameter, ON/OFF model, QoS.

References:

1. Zhang, Y., Wang, J., & Li, X. (2023). *Self-similar traffic prediction for LEO satellite networks based on LSTM*. IET Communications, 17(4), pp. 456–465.

2. Li, H., Zhao, Y., & Chen, M. (2023). *A Hybrid Forecasting Model for Self-Similar Traffic in LEO Mega-Constellation Networks*. Aerospace, 11(3), P. 191.

АВТОМАТИЗОВАНЕ ВИЛУЧЕННЯ ТА ПОЛІПШЕННЯ ТЕКСТУР ІЗ ЗОБРАЖЕНЬ ДЛЯ ЗАДАЧ 3D-МОДЕЛЮВАННЯ

Гайдаренко І.Ю., Воронцова Д.В.
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", м. Харків

Мета роботи полягає у розробці та дослідженні методів автоматизованого вилучення та покращення текстурних карт з фотографій для підвищення якості візуалізації тривимірних моделей, а також у створенні програмного модуля, що реалізує дані методи.

У сучасному 3D-моделюванні та комп'ютерній графіці текстурні карти відіграють ключову роль у створенні візуально деталізованих та реалістичних об'єктів. Використання фотографій реальних поверхонь як джерела текстур є поширеним підходом для досягнення високої автентичності. Однак, фотографічні зображення часто містять суттєві дефекти, що перешкоджають їх прямому використанню: перспективні спотворення, нерівномірне освітлення, тіні, відблиски, обмежений динамічний діапазон та можливі колірні спотворення.

Розроблений підхід інтегрує два основні етапи обробки зображень для подолання зазначених проблем. Перший етап передбачає геометричну корекцію для усунення перспективних спотворень шляхом обчислення та застосування відповідного проективного перетворення на основі вказаних користувачем відповідних точок [1]. Другий етап полягає у покращенні візуальних характеристик ректифікованого зображення з використанням алгоритмів, що базуються на принципах розділення зображення на компоненти освітленості та відбивної здатності за теорією Retinex, для компенсації ефектів нерівномірного освітлення та підвищення локального контрасту текстури [2, 3].

Основними функціональними можливостями розробленого програмного модуля є: завантаження вихідних фотографічних зображень; інтерактивне визначення області інтересу для вилучення текстури; застосування алгоритму корекції перспективи; застосування алгоритмів покращення зображення (SSR, MSRCP) з можливістю налаштування ключових параметрів обробки; візуалізація результатів обробки; збереження фінальної текстурної карти.

Таким чином, представлена робота пропонує рішення для автоматизації процесу створення високоякісних текстурних карт з фотографій. Розроблений програмний модуль усуває типові дефекти фотографічних зображень, що робить його корисним інструментом у робочих процесах створення контенту для 3D-моделювання, комп'ютерних ігор та віртуальної реальності, особливо при використанні технологій фізично коректного рендерингу.

Література

1. Hartley, R., & Zisserman, A. (2003). *Multiple View Geometry in Computer Vision* (2nd ed.). Cambridge University Press.

2. Jobson, D. J., Rahman, Z., & Woodell, G. A. (1997a). A multiscale retinex for bridging the gap between color images and the human observation of scenes. IEEE Transactions on Image Processing, 6(7), 965–976.

3. Petro, A.B., Sbert, C., & Morel, J.M. (2014). Multiscale Retinex. Image Processing On Line, 4, 71–88.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ ВЕБЗАСТОСУНОК З ПРОДАЖУ БІЛЕТІВ

Гарін Д.С., Подорожняк А.О.
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", м. Харків

У сучасну епоху цифровізації суспільства особливого значення набуває розробка інтелектуальних вебзастосунків, які не лише виконують стандартні функції, а й забезпечують інтерактивну та персоналізовану взаємодію з користувачем. Доволі актуальними є системи автоматизованого продажу квитків, що дозволяють оптимізувати обслуговування клієнтів, підвищити зручність користування платформою та покращити загальний користувацький досвід [1]. Такі рішення сприяють швидкому вибору подій, бронюванню місць і здійсненню оплати, що значно спрощує процес для кінцевого користувача.

У доповіді розглядається створення інтелектуального вебзастосунку для продажу квитків із впровадженням чат-бота на основі штучного інтелекту. Цей чат-бот виконує роль помічника, який консультує користувачів, допомагає з вибором заходів або конкретних місць, відповідає на типові запитання та надає рекомендації з урахуванням попередніх уподобань клієнтів. Через це підвищується рівень персоналізації сервісу, та зростає лояльність користувачів.

Технічна реалізація застосунку базується на мові програмування JavaScript із застосуванням бібліотек Express та React. Для зберігання даних про користувачів, події та транзакції використовується система управління базами даних MySQL, що забезпечує надійність і гнучкість роботи з інформацією. Технології штучного інтелекту, зокрема обробка природної мови (NLP) та машинне навчання, інтегровані у функціонал чат-бота, що дає змогу створити високоякісну комунікацію з користувачем та адаптувати відповіді під індивідуальні потреби [2, 3].

Впровадження таких систем сприяє підвищенню якості обслуговування, зручності користування та розвитку інтерактивної взаємодії між платформою і її користувачами, що в свою чергу позитивно впливає на лояльність клієнтів і комерційний успіх підприємств у сфері розваг і культури [4].

Література:

1. Wren H. AI-powered ticketing automation: A complete guide for 2025. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.zendesk.com/blog/ai-powered-ticketing/#.

2. Podorozhniak A., Oliinyk V., Liubchenko N. Strategies for Filtering Unwanted Comments in Social Media. 2024 IEEE 5th KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek), pp. 1-4. DOI: https://doi.org/10.1109/KhPIWeek61434.2024.10877962.

3. Podorozhniak A., Oliinyk V., Liubchenko N. Research application of the spam filtering and spammer detection algorithms on social media and messengers. Advanced Information Systems, 2023, vol. 7, iss. 3, pp. 60-66. DOI: https://doi.org/10.20998/252 2-9052.2023.3.09.

4. Sousa M. J., Pani S., Mas F. D., Sousa S. Incorporating AI Technology in the Service Sector, Apple Academic Press, 2024, 370 p. DOI: https://doi.org/10.1201/9781003378068.

ЗАСІБ МОНІТОРИНГУ ВИТОКУ ЕЛЕКТРОННИХ ДОКУМЕНТІВ

Главчев М.І., Главчева Ю.М., Філоненко А.М.
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", м. Харків

У сучасному світі цифрових технологій питання безпеки інформації є надзвичайно актуальним. Збільшення обсягів електронних документів, що циркулюють у межах організацій, призводить до зростання ризиків їхнього несанкціонованого доступу, копіювання або передачі. Сучасна комп'ютерна злочинність включає не лише класичні форми зловмисних дій у кіберпросторі, а й нові типи загроз, спричинені активним проникненням цифрових технологій у бізнес, науку, освіту та державне управління.

Законодавча база у сфері інформаційної безпеки не завжди встигає за стрімким розвитком технологій. У зв'язку з цим на перший план виходять технічні засоби, що здатні забезпечити ефективний захист конфіденційної інформації, незалежно від правового супроводу. Одним із важливих напрямів є розробка засобів, що дозволяють виявляти факти витоку документів шляхом безперервного моніторингу активності користувачів.

Метою даного дослідження є створення ефективного засобу для виявлення витоків електронних документів шляхом запровадження системи контролю доступу до них. Об'єктом дослідження виступає система контролю за дотриманням політики безпеки у роботі з документами, а предметом – механізми моніторингу, реалізовані з використанням файлів-агентів.

Розроблений програмний засіб базується на ідеї вбудованих агентів у електронні документи, які фіксують усі дії користувача: відкриття, копіювання, пересилання, друк тощо. Ці агенти здатні передавати сигнали на сервер моніторингу, що дозволяє в режимі реального часу аналізувати потенційно небезпечні дії. Система підтримує ведення журналу подій, створення звітів, а також реалізацію механізмів попередження при виявленні підозрілої активності.

У процесі дослідження було проаналізовано існуючі технології виявлення витоків даних, виявлено їхні переваги та обмеження, запропоновано архітектуру власного рішення, що не потребує глибокої інтеграції у наявну інфраструктуру підприємства.

Практичне значення розробки полягає у створенні адаптивного засобу моніторингу, що може бути застосований у корпоративних середовищах для захисту критично важливої інформації. Система дозволяє своєчасно виявляти спроби порушення політики доступу до документів, що є важливою складовою комплексної стратегії кіберзахисту організації.

Література:

1. Главчев М. І., Баленко О. І. Формування програмного комплексу захисту комерційного програмного забезпечення персонального використання //Системи управління, навігації та зв'язку. – 2016. – №. 4. – С. 63-66.

ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ, ЯК ОСНОВА ДІЯЛЬНОСТІ БІБЛІОТЕКИ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

Главчева Ю.М., Главчев М.І.
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", м. Харків

Сучасні університетські бібліотеки активно впроваджують інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ) на усіх напрямах діяльності. Популярність дистанційних технологій стрімко зростає та лишається актуальною, оскільки вони якнайкраще відповідають новим потребам сучасних користувачів університетських бібліотек. Впровадження нових сервісів на основі ІКТ якісно змінює та розширює спектр бібліотечних послуг, сприяючи подальшому розвитку бібліотеки і покращуючи обслуговування віддалених користувачів цифровим контентом. Серед основних напрямів діяльності інформаційного забезпечення виділяємо: розвиток власних електронних ресурсів; забезпечення доступу до зовнішніх академічних ресурсів; сприяння популяризації наукового доробку учених через забезпечення інтеграції публікаційних даних.

До власних ресурсів бібліотеки відносимо: електронний каталог; електронний репозитарій НТУ "ХПІ"; електронне видавництво НТУ "ХПІ"; тощо. До зовнішніх академічних ресурсів відносимо достовірні джерела навчальної та наукової інформації від провідних видавців світу. Одним з прикладів інтеграції даних, є взаємодія публікаційних даних з електронного репозитарію з авторськими профілями на платформі ORCID (Open Researcher and Contributor ID), яка забезпечується бібліотекою в межах роботи національного Консорціуму ORCID.

Науково-технічною бібліотекою обрано стратегію розвитку, яка спрямована на гнучкість та динамічні зміни в роботі підрозділу для забезпечення якісної реалізації освітньої, наукової та культурно-просвітницької функцій бібліотеки в дистанційних умовах. Згідно THE Online Learning Rankings 2024 Національний технічний університет "ХПІ" потрапив до группи з 14-ти університетів світу, які отримали світове "срібло", та очолив топ-3 українських навчальних закладів з якісною системою дистанційної освіти [1].

Таким чином, досвід НТБ НТУ "ХПІ" демонструє, важливість модернізації бібліотеки шляхом впровадження ІКТ для підтримки сучасного освітньо-наукового процесу, особливо в умовах воєнного стану, коли значна частина процесів відбувається з використанням інформаційно-комунікаційних технологій.

Література:

1. ХПІ – український лідер з онлайн-навчання міжнародного рейтингу – Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут». URL: https://www.kpi.kharkov.ua/ukr/2024/12/12/hpi-ukrayinskyj-lider-z-onlajn-navchannya-mizhnarodnogo-rejtyngu/.

DATA ACCESS DISTRIBUTION METHOD IN INFORMATION MANAGEMENT SYSTEMS OF CRITICAL APPLICATIONS

Horbachov S.O., Sokol H.V., Voronets V.M.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

The work solves a pressing scientific and technical problem, which consists in developing a method for distributing access and protecting data in information control systems of critical application. The research, results of calculations and comparative analysis conducted in the work made it possible to obtain the following results:

1. The mathematical models of the technology of spreading malicious software and various directions (methods) of information control systems are analyzed, the choice of the direction of research is justified and the statement of the scientific problem is formalized [1];

2. The mathematical models of technologies that take into account the features of the structural and functional construction of modern information control systems of critical application are considered;

3. A method for dynamically distributing access to cloud system resources is developed, which takes into account the factor of relative prioritization of information packets and dynamic reservation of resources for transmitting special signatures under conditions of high network load [2];

4. Practical recommendations are presented for applying the developed method for distributing access and protecting data.

Based on the mathematical and simulation modeling, the effectiveness of the developed method for dynamic access distribution and data protection in information management systems was assessed in comparison with known methods (built on the principles of static queue management and "fair" resource distribution in multi-protocol switching nodes).

Based on the results of the study, it is shown that the use of the developed method at high load of multi-protocol routers will allow up to 1.81 times to reduce the variation in the delivery time of information packets and special signatures to cloud systems and up to 9% to reduce the average transmission time of information packets and metadata compared to systems of "fair" resource distribution.

Based on the results of the comparative analysis of modern cloud systems, as well as the results of theoretical and experimental research conducted during the work, practical recommendations have been developed for the application of the developed method of dynamic access distribution and data protection in information management systems.

References:

1. Chen, C., Chen, Y., Zhang, C., & Wang, W. (2021). A Survey on Security Threats and Defensive Techniques of Machine Learning: A Data Driven View. *IEEE Access*, 9, 104380–104396. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3099653.

2. Dinh, T. Q., Tang, J., La, Q. D., & Quek, T. Q. S. (2020). Offloading in Mobile Edge Computing: Task Allocation and Computational Frequency Scaling. *IEEE Transactions on Communications*, 68(9), 5647–5660. https://doi.org/10.1109/TCOMM.2020.2990045.

ФОРМУВАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ВИБІРКИ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ АЛГОРИТМІВ ПОБУДОВИ МОДЕЛЕЙ ML ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ РЕСУРСІВ ІТ-ПРОЄКТІВ

Горносталь Є.М., Челак В.В., Горносталь О.А.
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", м. Харків

Прогнозування ресурсів для реалізації ІТ-проєктів, зокрема мобільних застосунків, є складною багатофакторною задачею. Якість результату безпосередньо залежить від повноти, коректності та релевантності навчальної вибірки, а також від обраного алгоритму машинного навчання. У роботі детально розглянуто процес побудови навчальної вибірки для задачі прогнозування ресурсів: кількості спеціалістів, їхніх рівнів старшинства, потреби в ліцензіях, обладнанні, фінансових та часових витратах.

Для формування вибірки зібрано дані про минулі ІТ-проєкти, що містять такі ознаки: тип застосунку, кількість функцій, платформи, тривалість етапів, склад команди, загальний бюджет, використані технології та зовнішні сервіси. Проведено попередню обробку даних: очищення, нормалізація, усунення пропущених значень, кодування категоріальних змінних та генерація похідних ознак.

Для вибору моделей розглянуто класи алгоритмів, здатних працювати як із числовими, так і з категоріальними змінними:

– Регресійні моделі: лінійна регресія, *Lasso*, *Ridge* – для базового прогнозування часових і фінансових ресурсів;

– Рішення деревоподібної структури: *Decision Tree Regressor*, *Random Forest*, *XGBoost* – для врахування взаємодії між ознаками, важливості факторів, гнучкої роботи з неідеальними даними;

– Глибоке навчання: нейронні мережі (*MLP*) – для виявлення складних залежностей між вхідними параметрами та вихідними метриками;

– Методи ансамблю: поєднання кількох моделей для зниження варіативності та покращення загальної точності прогнозу.

Проведено порівняльний експеримент із використанням крос-валідації та метрик *MAE*, *RMSE*, R^2. Результати демонструють, що ансамблеві моделі (зокрема, *Gradient Boosting*) забезпечують найвищу точність у завданні багатофакторного прогнозування ресурсів, тоді як прості регресії можуть слугувати базовими oracles для швидкої оцінки. Таким чином, формування якісної навчальної вибірки в поєднанні з правильним вибором алгоритмів машинного навчання створює основу для побудови надійної системи підтримки управлінських рішень у сфері ІТ-проєктів.

ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЕТЕКЦІЇ І ТРЕКІНГУ ОБ'ЄКТІВ НА ВІДЕОРЯДУ

Громоздін В.С., Кононенко І.М., Дашкевич А.О.
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", м. Харків

У зв'язку з активним розвитком комп'ютерного зору та зростанням потреб у відеоаналітиці, застосування штучного інтелекту (ШІ) для детекції та трекінгу об'єктів на відео є надзвичайно актуальним. Це має практичне значення у сферах безпеки, транспорту, медицині, робототехніки та інших.

Метою дослідження є аналіз сучасних методів використання ШІ для виявлення та відстеження об'єктів на відеоряді, а також оцінка їх ефективності та можливостей застосування у реальних задачах і в реальному часі.

Основні технології:

1. Моделі глибокого навчання:

YOLO (You Only Look Once), SSD (Single Shot Detector), Faster R-CNN;

2. Алгоритми трекінгу:

Deep SORT, Kalman Filter, Optical Flow.

Проблематикою і викликами є:

1. Високі обчислювальні ресурси для реального часу;
2. Точність при поганій якості відео, складному фоні або великій кількості об'єктів;
3. Робота зі зміною освітлення, частковим перекриттям об'єктів.

Методи оптимізації:

1. Використання edge-computing та GPU-обчислень;
2. Компресія моделей (quantization, pruning);
3. Трансферне навчання для адаптації моделей до специфічних задач.

Практичне застосування може бути у сферах безпеки та відеоспостереження, автономізації транспортних засобів, спортивній аналітиці, медицині.

В результаті проведеного дослідження запропоновано архітектуру та відповідну програмну реалізацію готового до інтеграції модулю, якому на вхід подається відеоряд або кадр з відеоряду, а вихідними даними є області знаходження шуканого об'єкту.

DYNAMIC TRAFFIC BALANCING SYSTEM IN A DRONE NETWORK

Dmytruk K.S., Kasilov O.V.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

In new generation telecommunications systems, the concept of building mobile networks based on swarm structures of unmanned aerial vehicles (UAVs) is gaining popularity, where each drone not only collects data or performs tasks, but also functions as a full-fledged element of the wireless network, acting as a router, repeater and information aggregator. In such networks, the key task is to ensure a stable level of quality of service (QoS) in conditions of constantly changing topology caused by the mobility of drones [1]. Of particular importance is effective load balancing between devices that temporarily act as communication nodes of the network core [2].

The study developed a model for dynamic load distribution in a swarm wireless network based on unmanned aerial vehicles (UAVs). A traffic routing method was proposed that takes into account the mobility of drones, the current level of load, the quality of the wireless channel, and the remaining battery charge. The communication structure is modeled as a weighted graph with dynamic coefficients, which allows for adaptive route formation under conditions of constant change in the network topology.

The work presents a mathematical model for determining the weight of the connection between network nodes and formulates an optimization problem whose goal is to minimize the peak load. A modified Dijkstra algorithm was used to build routes, ensuring efficient data transmission. The results of the simulation conducted in the NS-3 environment demonstrated reduced packet loss, stabilization of delays, and more uniform energy consumption compared to traditional static approaches.

The results obtained indicate the feasibility of using the developed model in search and rescue missions, territory monitoring, and other scenarios using autonomous swarm systems. The proposed solution contributes to increasing the adaptability, stability, and efficiency of next-generation decentralized mobile networks.

References:

1. Voronets, V., & Pustovoitov, P. (2024), "A method for forming a packet transmission plan at peak network load which reduces feedback", *Systems of Control, Navigation and Communications*, 2024, No. 1, 185, doi: 10.26906/SUNZ.2024.1.185.

2. Trubchaninova K. A. Artificial intelligence methods in wireless electronic communication systems / K. A. Trubchaninova, O. A. Serkov, V. M. Voronets // Information and control systems in railway transport: abstracts of poster presentations and speeches of participants of the 36th International Scientific and Practical Conference "Information and control systems in railway transport" (Kharkiv, November 16-17, 2023). – 2023. – No. 3 (supplement). – P. 26-27.

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF WEB SECURITY SCANNING SYSTEM

Junjie Hao, Panchenko V.I.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

With the growing dependency on web-based services and applications across industries, the attack surface for modern IT systems has expanded significantly. Web applications, being frequently exposed to the public internet, are now a primary target for attackers exploiting misconfigurations, outdated components, and software vulnerabilities such as SQL injection, cross-site scripting (XSS), and insecure direct object references (IDOR). According to OWASP's Top Ten list [1], such vulnerabilities continue to pose major threats to organizational security. Traditional scanning methods are often rigid, heavyweight, or expensive, leaving gaps for attackers to exploit. Therefore, the development of an adaptable, efficient, and extensible web vulnerability scanner has become an increasingly relevant research topic [2, 3].

This work presents the design and implementation of a modular web security scanning system built using the Go programming language. The system is structured into independent yet cooperative modules that cover the entire reconnaissance and vulnerability detection workflow.

For vulnerability detection, two approaches are combined: template-based scanning using the Nuclei engine [4], which applies predefined payloads against known attack vectors such as SQLi, XSS, LFI, and RCE; and a crawler-based detection module that simulates user behavior, submits contextual payloads in dynamic input fields, and analyzes response anomalies in real time. The crawler supports DOM interaction through headless browsing, enhancing the detection of event-driven vulnerabilities like DOM-based XSS or client-side logic flaws.

The final system has been tested against real-world targets and synthetic environments, demonstrating its ability to detect a wide range of vulnerabilities with a low false positive rate. Compared to traditional scanners, the proposed solution shows significant improvements in scan efficiency and modular extensibility.

References:

1. "OWASP Top Ten Web Application Security Risks", available at : https://owasp.org/www-project-top-ten/ (last accessed 11.04.2025)

2. "Web Security Academy. PortSwigger", available at : https://portswigger.net/ (last accessed 11.04.2025)

3. Stuttard, D., & Pinto, M. The Web Application Hacker's Handbook: Finding and Exploiting Security Flaws. Wiley, 2011. 912 p.

4. "Nuclei: A fast and customizable vulnerability scanner", available at : https://github.com/projectdiscovery/nuclei (last accessed 11.04.2025)

ЗАСОБИ РЕНДЕРИНГУ В GPU

Завальнюк Є.К.
Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Засоби рендерингу [1] в GPU (Graphics Processing Units) – це спеціальні апаратні та графічні технології, що забезпечують формування тривимірних зображень на основі геометричних сцен.

Реалізація різних етапів графічного конвеєра тривимірного рендерингу на GPU забезпечується написанням невеликих програм – шейдерів. Існують вершинні шейдери для обробки вершин, фрагментні шейдери для визначення інтенсивностей кольору пікселів, геометричні шейдери для обробки геометричних примітивів, теселяційні шейдери для здійснення теселяції – поділу примітивів на дрібніші частини, а також обчислювальні шейдери – для забезпечення загальних паралельних обчислень на GPU.

Написання шейдерів здійснюється на основі відповідних графічних стандартів, таких як OpenGL [2] (Khronos Group), DirectX (Microsoft), Vulkan (Khronos Group), Metal (Apple).

Загалом, процес візуалізації управляється рендеринговими рушіями [3], такими як V-Ray, Arnold, Cycles, Eevee, Octane, що реалізують різні техніки та напрямки рендерингу: трасування променів, растеризація, прямий рендеринг, відкладений рендеринг. Рендерингові рушії керують виконанням шейдерів на різних етапах графічного конвеєра, використовують необхідні ресурси GPU, оптимізують обчислення.

При цьому, важливою є підтримка таких технологій, як GPGPU. GPGPU-технологія полягає у тому, що графічний процесор використовується для загальних паралельних обчислювальних задач: обробка зображення, забезпечення фізично-коректної симуляції освітлення, здійснення нейромережевих обчислень. Відомими прикладами GPGPU-технологій є CUDA від NVIDIA, OpenCL і DirectCompute у межах DirectX 11.

Отже, завдяки використанню зазначених апаратних і програмних технологій графічний процесор є не лише засобом формування зображень, а й засобом забезпечення високопродуктивних обчислень у комп'ютерній графіці.

Література:

1. Романюк О. Н., Романюк О. В., Чехместрук Р. Ю. Комп'ютерна графіка: електронний навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2023. – 147 с.
2. Завальнюк Є. К., Романюк О. Н., Романюк О. В. Особливості реалізації шейдерних програм із використанням OpenGL 4.6. Матеріали LIII науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, м. Вінниця, 20–22 березня 2024 р. / ВНТУ, 2024. С. 131-133.
3. Завальнюк Є.К. Романюк О.Н., Коробейнікова Т.І. Аналіз графічних двигунів. Integration of Education, Science and Business in Modern Environment: Summer Debates: Proceedings of the 5th International Scientific and Practical Internet Conference, м. Дніпро, 3-4 серпня 2023 / ФОП Мареніченко В. В., 2023. С. 224-226.

АНАЛІЗ ЗАГАЛЬНОДОСТУПНИХ НАБОРІВ ДАНИХ ДЛЯ ІМІТАЦІЇ МЕРЕЖЕВИХ АТАК

Заковоротний О.Ю., Хулап А.В.
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", м. Харків

У сфері виявлення мережевих вторгнень (NIDS) відкриті набори даних відіграють ключову роль, оскільки вони застосовуються для навчання та тестування різноманітних моделей і алгоритмів. Якісні та різнопланові дані дають змогу ефективно перевіряти новітні системи в умовах, наближених до реальних. У цьому контексті важливою задачею є аналіз та порівняння найпоширеніших публічних наборів даних для NIDS, аби визначити, які з них найбільше підходять для подальших досліджень.

У працях [1..3] розглядаються найбільш вживані набори даних, окреслюються їхні особливості, слабкі сторони, а також оцінюється їх придатність для тестування нових систем виявлення вторгнень.

Під час оцінювання ефективності сучасних рішень на основі машинного навчання слід враховувати не лише актуальність даних, але й специфіку мережевого трафіку. Зокрема, використання реальних даних, як у випадку з CICIDS'17 чи LITNET-2020, забезпечує кращу відповідність сучасним загрозам і є цінним для практичного тестування нових рішень.

З огляду на це, доцільно зосередити увагу на наборах даних CICIDS'17, CSE-CIC-IDS2018 та NSL-KDD 2009, які дають змогу ефективно порівнювати методи та тестувати нові підходи на актуальних прикладах. Також варто згадати KDD Cup 1999 — один із найвідоміших наборів для NIDS, створений на основі даних DARPA 1998 року, що містить 41 характеристику та понад 4.8 мільйона записів.

Загальнодоступні набори даних є важливим інструментом для порівняння нових методів із вже відомими та перевіреними підходами до виявлення вторгнень і аномалій. Вони дають змогу об'єктивно оцінити точність, ефективність і продуктивність сучасних рішень, а також сприяють удосконаленню алгоритмів машинного навчання для надійного захисту мереж в умовах обмежених ресурсів.

Література:

1. Mohammadpour, L., Ling, T. C., Liew, C. S., & Aryanfar, A. (2022), "A Survey of CNN-Based Network Intrusion Detection", Applied Sciences, 12(16), 8162, doi: https://doi.org/10.3390/app12168162.

2. Zhen Yang, Xiaodong Liu, Tong Li, Di Wu, Jinjiang Wang, Yunwei Zhao, Han Han. (2022), "A systematic literature review of methods and datasets for anomaly-based network intrusion detection", Computers & Security, Volume 116, doi: https://doi.org/10.1016/j.cose.2022.102675.

3. Chou D., Jiang, M. (2021), "A Survey on Data-driven Network Intrusion Detection", ACM Computing Surveys (CSUR), Volume 54, Issue 9, doi: https://doi.org/10.1145/3472753.

ІНЖЕНЕРІЯ КОМП'ЮТЕРНИХ КОМПОНЕНТІВ КЕРУВАННЯ ДИЗЕЛЬ-ПОЇЗДОМ З УРАХУВАННЯМ БУКСУВАННЯ ТА ПРУЖНИХ ЗВ'ЯЗКІВ

Заполовський М.Й., Мезенцев М.В., Оліфір М.В.
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", м. Харків

У сучасних умовах експлуатації дизель-поїздів виникає потреба в удосконаленні систем керування, здатних забезпечити високу надійність, довговічність і ефективне використання зчіпної ваги. Особливої актуальності набуває створення комп'ютерних компонентів, які дозволяють враховувати динамічні процеси, що виникають під час роботи електромеханічної системи, зокрема при буксуванні колісних пар. Одним із ключових елементів системи приводу, що впливає на ці процеси, є гумо-кордова муфта (ГКМ), здатна демпфірувати ударні навантаження та компенсувати пружні деформації.

У цій роботі запропоновано підхід до розробки комп'ютерної системи керування дизель-поїздом на основі побудови математичних моделей електромеханічної частини приводу, реалізованих у середовищі MATLAB. Створено цифрову модель, що враховує асинхронний тяговий двигун, передачу моменту через ГКМ, вплив редуктора та взаємодію колісної пари з рейками з урахуванням пружних зв'язків. Це дозволяє моделювати динаміку буксування та визначати оптимальні параметри системи на етапі проєктування.

Запропонована модель є основою для розробки програмних блоків: симуляційного модуля, модуля обробки зворотного зв'язку, формування керуючих впливів на привід та адаптивного регулювання параметрів муфти в режимі реального часу. Такий підхід дозволяє створити гнучку комп'ютерну платформу для управління тяговою установкою дизель-поїзда, що підвищує точність контролю, знижує ймовірність буксування і сприяє мінімізації енергетичних втрат.

Отримані результати дозволяють ефективно застосовувати програмне забезпечення як інструмент для інженерного проєктування, моделювання, верифікації та налаштування систем керування дизель-поїздами з електроприводом змінного струму. Розроблені комп'ютерні компоненти можуть бути інтегровані в реальні системи автоматизованого керування для підвищення їх адаптивності та надійності в умовах змінного навантаження та зовнішніх збурень.

Література:

1. Толочко, О.І. Моделювання електромеханічних систем. Математичне моделювання систем асинхронного електроприводу: навчальний посібник / О.І. Толочко. – Київ, НТУУ "КПІ", 2016. – 150 с.

2. Заполовський М.Й., Математична модель для синтезу управлінь електроприводом змінного струму / М.Й. Заполовський, М.В. Мезенцев, В.В. Скородєлов // Системи управління, навігації та зв'язку. – Випуск 5(57). Полтава. 2019. С. 16-21.

СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ЛОКАЛЬНОГО СТАНУ КЛІЄНТСЬКОГО ВЕБЗАСТОСУНКУ

Заполовський М.Й., Юшко В.Р.
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", м. Харків

При створенні вебзастосунків ключову роль відіграє вибір каркасу для розробки. Від цього вибору залежить подальший можливий розвиток проєкту. Здебільшого каркаси розробки поділяють на дві групи: клієнтські і серверні. Серверні готують увесь вміст, що має відобразитися у користувача. На сервері повертають лише результат. Клієнтські – завантажують увесь потенційний статичний функціонал одразу на сторону клієнта і згодом лише отримують додаткові дані з сервера. Якщо для серверних застосунків локальне сховище даних непотрібне, оскільки можна звертатися до бази даних напряму, то для клієнтських застосунків спосіб збереження даних є важливим і впливає на швидкодію. Для вирішення цього питання створюються спеціальні клієнтські програмні компоненти, які пропонують спосіб збереження даних на клієнтській стороні.

Метою доповіді є аналіз вимог до інструментів для збереження локального стану клієнтських застосунків. У доповіді наводяться результати розробки програмного рішення, яке дозволяє завдяки початковим налаштуванням зменшити кількість запитів до сервера, не виключаючи потенційну актуалізацію стану різними способами. Цей засіб повинен працювати незалежно від каркасу, який використовується для відображення користувацького інтерфейсу.

Для створення проєкту були залучені pnpm – пакетний керівник з підвищеною швидкодією, та tsup – перетворювач, що транслює код, написаний мовою TypeScript[1], на JavaScript[2], який може виконуватися в браузері. Також для розробки були використані інструменти biomejs – для статичного аналізу та перевірки написаного коду, та changesets – для контролю версіювання розробленого компонента. Сам програмний продукт написаний мовою TypeScript[1] для полегшення створення типів для розробників, які його використовуватимуть. Для роботи потрібен допоміжний модуль eventemitter3, код якого був заздалегідь вивчений та перевірений, що допомагає створювати генератори подій.

Запропонований інструмент, який розроблений за допомогою сучасних технологій, дозволяє швидко, надійно та з мінімальними зусиллями взаємодіяти з сервером.

Література:

1. The TypeScript Handbook. URL: https://www.typescriptlang.org/docs/handbook/intro.html (дата звернення 21.04.2025).
2. ECMAScript® 2026 Language Specification. URL: https://tc39.es/ecma262/multipage/ (дата звернення 21.04.2025).

ОЦІНЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ НАГРІВУ ПРОВОДІВ ЗІ СТАЛЕВИМИ СТРУМОВІДНИМИ ЖИЛАМИ З УРАХУВАННЯМ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Катунін А.М.[1], Коломійцев О. В.[2]

[1] Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків

[2]Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", м. Харків

Температура нагріву кабельних виробів, зокрема кабельних виробів зі сталевими струмовідними жилами, визначається як параметрами матеріалу провідника (провідністю, щільністю, теплоємністю, перерізом), так і параметрами ізоляційного матеріалу (щільністю, теплоємністю, товщиною шару).

В роботі на основі використання методики [1] та інформаційних технологій отримано та проаналізовано часові залежності температури нагріву одножильних проводів зі сталевими струмовідними жилами від навантаження, перерізу жили та шару полівінілхлоридної ізоляції.

Отримані результати дозволяють зробити наступні висновки:

- температура нагріву навантаженого одножильного проводу зі сталевою стумовідною жилою суттєво залежить від струму навантаження, перерізу струмовідної жили та товщини шару полівінілхлоридної ізоляції;

- при малому значенні струму навантаження, зокрема 8 А, відповідні характеристики одножильного проводу зі сталевою стумовідною жилою мають приблизно однаковий вигляд, близький до лінійної залежності;

- при великому значенні струму навантаження, зокрема 20 А, відповідні характеристики одножильного проводу зі сталевою стумовідною жилою мають приблизно однаковий вигляд також, але вже близький до нелінійної залежності;

- з підвищенням значення струму навантаження зростає різниця між температурами нагріву навантажених проводів із різними перерізами у визначені моменту часу наступним чином: при струмі навантаження 8 А різниця температур нагріву проводів перерізами жил 1,5 мм^2 та 2 мм^2 протягом 50 с відповідала 4,2^{0}С, при струмі навантаження 14 А – 11,2^{0}С, при струмі навантаження 20 А – 20,1^{0}С (при розташуванні проводів на скобах);

- з часом зростає різниця між температурами нагріву навантажених проводів із різними перерізами наступним чином: при струмі навантаження 8 А різниця температур нагріву проводів перерізами жил 1,2 мм^2 та 2 мм^2 протягом 50 с відповідала 8,2^{0}С, протягом 100 с – 16,0^{0}С, протягом 150 с – 22,8^{0}С (при розташуванні проводів на скобах).

Література:

1. Katunin Albert, Kolomiitsev Oleksii, Kulakov Oleg, Heiko Hennadii, Rudakov Ihor. Information technologies for calculating the effect of wire thickness and insulation material on its heating temperature during operation. IEEE 4th KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek). 2023. Pp 198-202.

PROBABILISTIC MODEL OF TELECOMMUNICATIONS INFRASTRUCTURE SCALING

Klavdiiev V.P., Pustovoitov P.E.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

This study considers the problem of scaling telecommunication networks in cloud environments taking into account the random nature of the load. The relevance of the work is due to the increasing variability and unpredictability of network traffic, which complicates the application of classical deterministic methods of resource management. The main attention is focused on describing the load as a stochastic process using a model based on the Wiener process [1].

A stochastic scaling model is proposed, based on the Ito differential equation with a random component, which allows reflecting traffic fluctuations in real time. The scaling process is formalized as a problem of determining the first moment of exceeding the critical level by the load. The Euler–Maruyama method is used for the numerical solution, which made it possible to obtain statistically sound results and analyze the behavior of the system under conditions of stochastic traffic dynamics [2].

The simulation results have shown the feasibility of using a stochastic approach, which provides not only the prediction of possible overloads, but also the support of adaptive scaling strategies. The constructed implementation graphs, confidence intervals and histograms of time to scaling confirm the significance of stochastic influences and the need to take them into account in control systems. The influence of model parameters on load dynamics has been studied, which opens up ways to optimize resource provision.

As a result, the advantages of using a model based on the Wiener process in comparison with deterministic approaches have been proven. Directions for further research have been outlined, in particular, the implementation of the Kalman filter to increase the accuracy of forecasts and the application of Markov decision processes (MDP) to build effective scaling strategies in telecommunication networks.

References:

1. Armeniakos H.K., Bithas P.S., Tegos S.A., Karagiannidis G.K. Stochastic Geometry for Modeling and Analysis of Sensing and Communications: A Survey // arXiv preprint. – 2025. – arXiv:2503.09729.

2. Wang R., Belmekki B.E.Y., Zhang X., Alouini M.-S. Network-Level Analysis of Integrated Sensing and Communication Using Stochastic Geometry // arXiv preprint. – 2024. – arXiv:2404.13197.

МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ ПОРЦІЮВАННЯ NOSQL БАЗ ДАНИХ

Ковалевич Б.І.
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", м. Харків

NoSQL бази даних стають дедалі популярнішими завдяки їхній масштабованості, гнучкості та здатності працювати з великими обсягами нереляційних даних [1]. З розвитком розподілених обчислень і технологій обробки даних у реальному часі виникає потреба в ефективних методах порціювання даних, що дозволяють оптимізувати доступ до даних та забезпечувати високу продуктивність системи.

Метою є дослідити існуючі моделі та методи порціювання NoSQL баз даних [2], розробити адаптивні алгоритми шардінгу, які враховують специфіку різних типів NoSQL баз, та підвищити ефективність обробки даних у розподілених системах.

У завдання дослідження входить аналіз сучасних підходів до порціювання NoSQL баз даних, розробка моделей для оптимізації шардінгу в умовах нерівномірного розподілу навантаження, експериментальне дослідження ефективності запропонованих моделей у різних сценаріях використання.

Розробка рекомендацій щодо впровадження адаптивного порціювання у виробничих середовищах.

У роботі використано методи математичного моделювання, статистичного аналізу, а також експериментального тестування на основі відкритих NoSQL платформ, таких як MongoDB, Cassandra, Redis. Для оцінювання ефективності розроблених методів застосовувались метрики продуктивності та витратність ресурсів.

Запропоновані методи та моделі порціювання NoSQL баз даних дозволять підвищити продуктивність систем, мінімізувати затримки доступу до даних і забезпечити рівномірне навантаження на сервери. Отримані результати можуть бути використані у сферах великих даних, фінансових технологій, інтернет-комерції, соціальних мереж і хмарних обчислень.

Література:

1. Scalable SQL and NoSQL data stores | ACM SIGMOD Record. ACM SIGMOD Record. URL: https://dl.acm.org/doi/10.1145/1978915.1978919.

2. Optimizing Data Partition for NoSQL Cluster. IEEE Xplore. URL: https://ieeexplore.ieee.org/document/7518361.

ALGORITHM FOR DETECTING UNAUTHORIZED ACCESS AT THE ENVIRONMENT ACCESS CONTROL LEVEL

Kovda E.O., Sokol H.V.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

The growing number of devices in wireless networks, especially in IoT environments, requires lightweight, real-time security solutions that work under limited computing resources. Traditional authentication methods remain important but may lack responsiveness in decentralized or dynamic network configurations.

Deep neural networks offer high accuracy in detecting attacks and generalizing new anomalies in wireless sensor networks [1]. Machine learning methods such as decision trees, support vector machines, and random forests are widely used for traffic classification and anomaly detection [2]. Naive Bayes classifiers are also effective for identifying unauthorized nodes due to their simplicity and real-time capabilities [3].

In general, the analysis of literary sources indicates the presence of a wide range of approaches to detecting unauthorized elements in the network - from classical statistical methods to modern artificial intelligence algorithms, which have significant potential for integration into practical network solutions.

The study proposes an effective method for detecting unauthorized devices at the MAC level, which is based on detecting anomalous behavior of nodes without the need for additional hardware. The developed approach combines Bayesian modeling with adaptive filtering, which allows real-time monitoring and evaluation of the activity of each device in the network.

The method is characterized by flexibility due to the ability to self-learn based on accumulated data and constantly update estimates when network conditions change. This makes it effective in situations with unstable traffic or variable topology. The selected algorithmic solutions ensure compatibility with a wide range of link-layer standards, in particular IEEE 802.11 and IEEE 802.15.4, which allows implementing this approach in wireless networks of various scales - from local IoT networks to large corporate systems.

Thus, the proposed technique combines high detection efficiency with practical applicability in modern telecommunication environments with limited resources.

References:

1. Zhang Y., Wang X. Deep Learning-Based Intrusion Detection for Wireless Sensor Networks // IEEE Transactions on Network and Service Management. – 2021. – Vol. 18, No. 2. – P. 123–135.

2. Kim H., Lee J. Machine Learning Techniques for Anomaly Detection in IoT Networks // Journal of Communications and Networks. – 2021. – Vol. 23, No. 4. – P. 289–298.

3. Singh R., Kaur A. Naive Bayes Classifier for Unauthorized Access Detection in Wireless Networks // International Journal of Wireless Information Networks. – 2021. – Vol. 28, No. 1. – P. 15–25.

A METHOD FOR CONTROLLING A GROUP OF UNMANNED AERIAL VEHICLES TO PROVIDE EMERGENCY ROOMS WITH ESSENTIAL GOODS BASED ON THE USE OF AN ANT ALGORITHM

Kolomiitsev O., Biesova A., Olizarenko S., Kolomiitsev V.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

The main stages in the development of modern society are informatization and robotization, the application of which has made changes to the logistics system. The characteristic features of the development of such a system include the following: automated collection, processing, storage, transmission and use of information based on the use of information technology. Given the trends in the development of unmanned aerial vehicles and the wide range of their applications, the key area for improving the logistics system in Ukraine is the development of logistics infrastructure using various types of unmanned aerial vehicles.

Thus, the development of a method for controlling a group of unmanned aerial vehicles to provide emergency rooms with essential goods based on the ant algorithm is an urgent scientific task.

The report proves that the use of group technologies of unmanned aerial vehicles (UAVs) will help solve logistics issues in Ukraine, reducing financial costs and increasing the speed and reliability of cargo delivery, which will increase the overall efficiency of the emergency system. For the UAV group to work together, it is important to develop a routing system based on the choice of algorithms for finding minimum routes and their software implementation. The features of the application of multiple ant algorithms for solving the problem of logistics of emergency centers in the group use of cargo UAVs are shown. The problem statement for the multiple transportation problem for the emergency care system is made. The features of its solution by ant algorithms are considered. The advantages of the solution by dividing the total coverage space of the emergency system into non-overlapping subspaces are shown. The basic types and algorithms of distribution are considered and analyzed. It is shown that it is more reasonable for multiple transportation problems to divide the coverage space into non-overlapping subspaces and find solutions for each subspace using standard ant algorithms. A method for managing a group of UAVs to provide emergency departments with essential goods based on an ant algorithm has been developed.

References:

1. Коломійцев О.В., Комаров В.О., Катунін А.М., Колодій О.П., Помогаєв І.В., Сапон В.І., Кравченко В.Л., Рудаков І.С., Бєсова А.О., Мосійчук А.М. Пропозиції щодо розробки програмного забезпечення для виявлення людей на цифрових аерофотознімках та потоковому відео комп'ютерного зору безпілотного літального апарату. *ГРААЛЬ НАУКИ: міжнар. наук. журнал.* – Вінниця: ГО "Європейська наукова платформа"; НУ «Інститут науково-технічної інтеграції та співпраці», 2024. – No 45. – С. 411-420. DOI 10.36074/grail-of-science.01.11.2024.

METHOD OF DATA TRANSMISSION OVER NETWORK COMMUNICATION CHANNELS BASED ON THE USE OF CARRIER FREQUENCIES OF LASER RADIATION

Kolomiitsev O., Liubchenko O.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

In today's world, information is one of the most valuable resources that requires constant attention and innovative approaches to its transmission and processing. Information transfer is a key process that ensures communication and interaction in various areas of human activity (effective management, cooperation, rapid response to environmental changes, etc.).

Well-known technologies such as: Internet, mobile communications, social networks, etc. have significantly changed the way we transfer information. They allow for instantaneous data transfer across the globe and provide high-quality access and the required exchange speed. Information technologies are changing the ways and methods of data (information) transmission, creating new channels and formats to increase both the amount of data transmitted and its speed. Therefore, in the context of the rapid development of information technology, methods of processing and transmitting information are becoming increasingly relevant.

Thus, the development of a method for data transmission over network communication channels based on the use of laser carrier frequencies is an urgent scientific task.

The paper analyzes the main methods of data transmission over network communication channels, both wired and wireless. It is established that due to the use of fiber-optic communication, it is possible to provide a high speed of data (information) transmission. The use of wireless communication makes it possible to form data transmission channels in areas with difficult geographical conditions (mountains, forests, gorges, rivers, marshlands, etc.), where laying fiber-optic highways is impossible (economically inexpedient). A method of data (information) transmission over wireless (optical) and cable (fiber-optic) network communication channels is proposed. A block diagram of a device for multichannel data transmission is developed. As a source, single-mode multifrequency laser radiation with synchronization of spurious modes of one laser is used. The method allows data (information) to be transmitted over long distances and, among other things, to solve the "last mile" problem. In this case, data is transmitted by modulating laser radiation with carrier frequencies (longitudinal modes).

References:

1. Коломійцев О.В., Третяк В.Ф., Катунін А.М., Філіппенков О.В., Посохов В.В., Любченко О.В. Метод передачі даних у атмосферно-оптичній лінії зв'язку для технології остання миля. Moderní aspekty vědy: XLV. Díl mezinárodní kolektivní monografie / Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o.. Česká republika: Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o., 2024. str. 542. – https://doi.org/10.52058/45-2024.

A METHOD OF INCREASING THE SIDING'S RESISTANCE TO EXTERNAL LOADS

Kolomiitsev O., Nosko S., Bulba S.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

Existing microservice systems use a sidekick component that runs alongside the main microservice and takes on additional functions: monitoring, configuration management, security, disaster recovery, communication with other system components, etc. Deployment and operation of the sidekick component requires additional resources of both CPU and RAM. Without an efficient implementation, the sidekick can become a significant consumer of system resources, which will complicate the scalability and stability of the microservice architecture.

Thus, the development of a method to increase the siding's resistance to external loads is an urgent scientific task.

The report provides a detailed analysis of how to eliminate potential resource consumption problems and implement optimizations that reduce the load on the infrastructure while maintaining all the benefits of sidechain architecture.

We proposed to use a high-level WebClient that requires intermediate buffers and supports data serialization/deserialization, which significantly affects the resource consumption of the sidebar. To fix this problem, we replaced WebClient with a lower-level HttpClient for all outgoing requests that do not require additional data processing. This approach implements full-fledged data streaming between the server and the client without creating unnecessary copies in RAM, which significantly reduces the consumption of its resources and avoids the corresponding OutOfMemory errors.

The chosen technologies, in particular, the use of the Quarkus framework in native mode with the use of AOT compilation based on GraalVM, provided a quick start of the sidekick and minimized the use of CPU and RAM resources. A method is proposed that allows optimizing the management of RAM by data streams, eliminates blocking calls, uses lower-level tools for processing HTTP requests, and implements a streaming data transfer mechanism.

References:

1. Бульба С.С., Коломійцев О.В., Соловйова О.І., Носко С.В. Засоби побудови додаткового рівня системи комунікацій у мікро-сервісній архітектурі. Грааль науки : міжнар. наук. журнал. – Вінниця: ГО "Європейська наукова платформа"; НУ "Інститут науково-технічної інтеграції та співпраці", 2024. – No 46. – С. 651-659. – URL: DOI 10.36074/grail-of-science.29.11.2024.084.

2. Носко С.В., Бульба С.С., Коломійцев О.В., Лисиця Д.О., Молчанов Г.І. Пропозиції щодо авторизації в сайдкар компоненті мікросервісної архітектури. *Системи управління, навігації та зв'язку*. Полтава: НУ «ПП», 2025. № 1(7). С. 116–123. – URL: https://journals.nupp.edu.ua/sunz/issue/view/127/68.

ENSURING THE SAFETY OF A GROUP OF UNMANNED AERIAL VEHICLES IN URBAN AREAS THROUGH THE IMPLEMENTATION OF MACHINE LEARNING ALGORITHMS

Kolomiitsev O., Rudakov I., Pustovarov V.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

The operating conditions of a group of unmanned aerial vehicles (UAVs) include both air and ground space covering densely populated areas such as urban and suburban areas of a city (metropolis). During the flights of a group of UAVs in urban areas, the main task is to ensure their comprehensive safety. Thanks to the development of information technology, a number of algorithmic and software tools have been developed to coordinate the joint actions of a group of UAVs.

Thus, ensuring the safety of UAVs in urban areas through the implementation of machine learning algorithms is an urgent scientific task.

The report presents the results of the analysis:

- approaches to risk assessment and safety of UAV flights;
- technological solutions to improve the safety of UAV flights;
- regulatory and legal regulation and air traffic control of UAVs;
- public perception and ethical aspects of UAV use;
- main directions of scientific research in the field of UAV flight safety in the national science, etc.

The introduction of the D2-C2 method allows for the implementation of new approaches to strategic and tactical separation. However, the further development of this approach requires the introduction of machine learning algorithms that will increase the efficiency and flexibility of the UAV group control system in real-world operating conditions. In general, among the prospects for improving the D2-C2 method, the following may be considered:

1. Using machine learning methods to predict traffic anomalies and automatically optimize UAV routes;
2. Application of neural network models for fast processing of large amounts of data and real-time decision-making;
3. Development of adaptive algorithms to reduce delays in case of high airspace congestion.

The features of the implementation of existing machine learning algorithms and those proposed for UAV group management are revealed.

References:

1. Коломійцев О.В., Комаров В.О., Катунін А.М., Рудаков І.С., Любченко О.В., Слободенюк Ю.В., Костащук М.М., Хома В.В., Богдан С.І., Шендрик В.І. Особливості керування польотами безпілотних літальних апаратів в умовах міської забудови на основі технологій машинного та глибокого навчання. *ГРААЛЬ НАУКИ: міжнар. наук. журнал.* – Вінниця: ГО «Європейська наукова платформа»; НУ «Інститут науково-технічної інтеграції та співпраці», 2024. – No 46. – С. 677-686. DOI 10.36074/grail-of-science.29.11.2024.

MODEL OF HETEROGENEOUS TRAFFIC IN INFOCOMMUNICATION NETWORKS

Korpan A.V., Voronets V.M., Pustovoitov P.E.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

Modern infocommunication networks support a wide range of services with diverse Quality of Service (QoS) requirements. This diversity necessitates a traffic modeling approach that considers heterogeneity in both temporal and spatial characteristics. This paper proposes a hybrid analytical model for heterogeneous network traffic, enabling performance assessment and efficient resource management.

With the increasing proliferation of real-time applications (e.g., VoIP, video conferencing), cloud services, and the Internet of Things (IoT), networks are required to handle heterogeneous traffic with varying behavior patterns and QoS demands. Traditional homogeneous models such as Poisson processes fail to capture long-range dependencies and burstiness inherent in modern network traffic [1,3].

The proposed model integrates self-similar traffic characteristics with multi-class queuing systems. Self-similar sources, such as video and VoIP traffic, are modeled using heavy-tailed distributions (e.g., Pareto, Weibull), based on empirical findings. Background traffic is modeled using Poisson or Markov-modulated Poisson processes. The resulting system is represented as a multi-priority queueing model, which allows class differentiation based on delay sensitivity and resource demands [2].

Simulation and analytical evaluations demonstrate that the model provides accurate estimation of average delay, packet loss probability, and bandwidth utilization for each traffic class. The comparative analysis with classical single-class models shows the superior accuracy and adaptability of the heterogeneous approach in dynamic network environments.

The presented model serves as a practical tool for network designers and operators to assess and ensure QoS under traffic heterogeneity. It supports network planning, resource allocation, and dynamic prioritization strategies.

Keywords: heterogeneous traffic, QoS, traffic modeling, self-similar processes, infocommunication networks.

References:

1. K. Xu, Z.-L. Zhang, and S. Bhattacharyya, "Profiling Internet backbone traffic: behavior models and applications," *Proceedings of the 2005 ACM SIGCOMM*, pp. 169–180, 2005.

2. A. K. Erlangga, B. Wibisono, and I. A. Arifianto, "Traffic modeling and QoS analysis in IP-based networks using multi-class queuing models," *2021 International Conference on ICT for Smart Society (ICISS)*, pp. 1–6, DOI: 10.1109/ICISS53185.2021.9533235.

3. G. Dán, V. Fodor, "On the impact of traffic self-similarity on network performance," *IEEE International Conference on Communications (ICC)*, 2020, pp. 1–6. DOI: 10.1109/ICC40277.2020.9148869.

ІНЕРЦІАЛЬНА СИСТЕМА ЗАХОПЛЕННЯ ТА АНАЛІЗУ ВАД РУХУ ЛЮДИНИ ДЛЯ ПОБУДОВИ ПРОГРАМИ РЕАБІЛІТАЦІЇ

Куліш С.М., Муравйов К.О.

Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського "Харківський авіаційний інститут", м. Харків

Головним науковим результатом роботи є обґрунтування та розробка вдосконаленого алгоритму оцінки орієнтації з підвищеною завадостійкістю, призначеного для інерціальних систем захоплення руху людини (СЗРЛ). Ключова мета – суттєво підвищити точність роботи системи, особливо під час дії зовнішніх магнітних збурень, та зменшити загальний вплив навколишнього середовища на її показники.

В ході дослідження проведено огляд існуючих СЗРЛ. Хоча оптичні системи вирізняються високою точністю, їх використання ускладнене при роботі з високошвидкісними об'єктами та на відкритій місцевості. Механічні системи є точними, однак їх екзоскелетна структура обмежує природність рухів. Інерціальні СЗРЛ визначено як найбільш передові та перспективні.

Проаналізовано наявні алгоритми оцінки орієнтації. Алгоритми на базі Калманівської фільтрації забезпечують високу точність, але вимагають значних обчислювальних ресурсів та складного налаштування. Комплементарні фільтри є менш вимогливими. За основу було обрано алгоритм ДФОП Бахмана, однак моделювання виявило його вразливість: магнітний канал суттєво впливав на точність визначення горизонту через відсутність розділення каналів корекції.

Для вирішення цієї проблеми та підвищення завадостійкості запропоновано модифікації базового алгоритму: впровадження методів розділення каналів корекції та обмеження глибини корекції магнітометричного каналу. Також враховано заходи щодо покращення динамічної точності. Моделювання підтвердило, що ці заходи ефективно нівелюють вплив магнітометричного каналу на визначення горизонту та дозволяють коректно визначати кут курсу навіть за умов сильних магнітних збурень. Динамічна алгоритмічна точність досягла 0.0017∘СКВ під час дії завади.

Запропоновано використання позиційно незалежної калібровки магнітометрів для адаптації під поточне магнітне поле, що підвищує точність системи.

Література:

1. Всесвітня організація охорони здоров'я. Статистика рухових порушень, 2023. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.who.int.

2. Петренко О.П. Інерціальні системи в медицині: огляд та перспективи. // Журнал медичної інженерії. – 2022. – №3. – С. 45–52.

3. Сидоренко П.В. Алгоритми обробки даних у системах захоплення руху. – Харків: ХНУ, 2022. – 150 с.

4. Xsens Technologies. Документація системи Xsens MVN. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.xsens.com.

5. APDM Wearable Technologies. Технічні характеристики APDM Opal. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.apdm.com.

METHOD FOR CONTROLLING THE OPERATION OF MAC LAYER PROTOCOLS IN WIRED NETWORKS

Kutsenko S.O., Voronets V.M., Pustovoitov P.E.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

Abstract.

The paper considers a method for increasing the efficiency of media access control (MAC) protocols in wired networks by dynamically controlling protocol parameters in real time. An approach is proposed that allows adaptively changing access priorities and time intervals depending on the network load and the type of transmitted data.

Keywords: MAC layer, wired networks, access control, adaptive protocol, priorities.

Introduction.

Wired Ethernet local area networks traditionally use the CSMA/CD protocol, which is a passive mechanism for avoiding collisions. However, with the increase in traffic intensity, especially in critical infrastructures, there is a need for a more flexible and intelligent approach to distributing the access medium. Modern studies [1–3] show the feasibility of implementing adaptive methods for controlling MAC protocols taking into account QoS parameters.

The main idea of the method.

The proposed method is based on active monitoring of network load and data flow characteristics. Depending on the situation, the following parameters change:

– interframe gap length;
– backoff window;
– access queue priority (when using IEEE 802.1Q/p extensions).

The method is implemented as an add-on to the standard MAC processor of a switch or router, which allows maintaining compatibility with existing protocols.

Simulation results.

In the simulation environment (using the NS-3 example), a reduction in average packet delay by 18–25% compared to the static access algorithm was demonstrated. The efficiency increase is especially noticeable when working with real-time traffic (VoIP, video).

Conclusions.

The proposed method for managing MAC protocols demonstrates promise for implementation in networks with high load and needs for guaranteed quality of service. Further research is planned to be directed at hardware implementation of this approach at the FPGA or SoC level.

References:

1. Stallings, W. (2020). *Data and Computer Communications* (10th ed.). Pearson.

2. IEEE Standard for Ethernet – IEEE Std 802.3-2022.

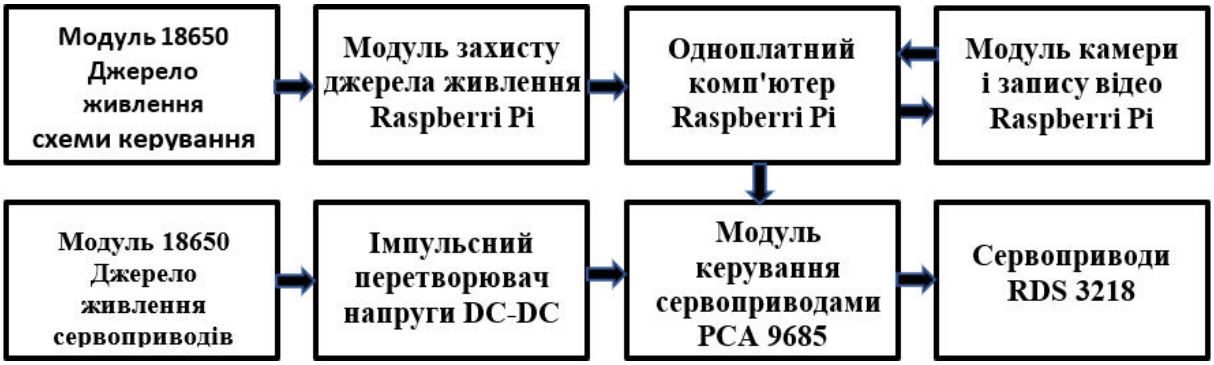
3. Abdelsalam, M., Krunz, M. (2021). Dynamic MAC Protocols for Time-Sensitive Networking. *IEEE Transactions on Network and Service Management*, 18(1), 87–99. https://doi.org/10.1109/TNSM.2020.3037319.

ПРОЄКТ І РОЗРОБКА РАДІОКЕРОВАНОГО РОБОТА КВАДРОПЕДА

Лобань П.Г., Под'ячий Ю.І.
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", м.Харків

Сьогодні ми спостерігаємо бурхливий розвиток проєктування, розробки, експлуатації та використання роботів, а також створенням комп'ютерних систем і програм для їх управління та самостійної роботи. Робототехніка використовує у своїй діяльності електроніку, радіотехніку, механіку, програмування та багато інших галузей науки і техніки. Роботи широко завстосовуються в будівництві, промисловісті, побуті, авіації та інших сферах життя.

Метою представленої роботи є розробка проєкту і створення недорогого і відносно простого радіокерованого робота квадропеда з достатньо широким функціоналом, здатного переміщатися недетермінованими поверхнями. Виготовлення такого робота може бути реалізовано в майстерні середнього рівня обладнання і навіть вдома. Спрощена функціональна схема робота наведена на рисунку.



Керування роботом (клавішне або голосове) здійснюється через радіоканал, який працює в діапазоні 2,4 ГГц (*bluetooth*), передача відеоданих відбувається на частоті 5,0 ГГц (*wi-fi*). Радіохвилі цих частот добре проникають крізь більшість перешкод, таких як стіни будівель або рослинність, забезпечуючи стабільний сигнал і надійне з'єднання на відстані 30 м і більше.

В процесі реалізації розробленого проєкту було проведено низку модифікацій початкового варіанту, спрямованих на підвищення надійності, точності керування та загальної стійкості конструкції. Основним покращенням стало оновлення приводної системи: стандартні сервоприводи MG995 були замінені на більш потужні та точні RDS3218. Цифрове керування та покращений зворотний зв'язок цього привода дають змогу точніше контролювати рух кожної ноги квадропеда, що особливо важливо під час реалізації складних траєкторій або адаптивної ходи. Кріплення сервоприводів, які раніше виготовлялися з PLA-пластику, були замінені на алюмінієві.

Також було повністю перероблено конструкцію та геометрію ніг. Зокрема, їх деталі було вирішено друкувати з пластику PETG, який поєднує ударну міцність, гнучкість і термостійкість. В результаті змін робот став надійнішим у роботі, стійкішим під час пересування, а також краще підготовленим до випробувань в умовах реального середовища. Подальші плани включають оптимізацію алгоритмів руху та покращення системи живлення.

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ І ЗАСОБІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ТА ТЕСТУВАННЯ МОБІЛЬНИХ ЗАСТОСУНКІВ

Ломака О.О., Бульба С.С.
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", м. Харків

Стрімко зростаюча кількість мобільних застосунків призводить до необхідності розробки дієвого контролю їх якості та відповідності до сучасних вимог безпеки. На сьогоднішній день існує велика кількість засобів та методів які можуть допомогти реалізувати процес контролю якості мобільного застосунку, але необхідно розуміти що саме треба використовувати в залежності від поставлених цілей [1 – 3].

Надійність, стабільність, продуктивність та зручність інтерфейсу є ключовими показниками, що формують користувацький досвід і впливають на успішність програмного продукту. Одним із основних інструментів досягнення високої якості є тестування, яке дозволяє виявити помилки ще на ранніх етапах розробки. Швидке знаходження невідповідності дасть змогу зменшити вартість виправлення помилки та зменшити вірогідність відтоку користувачів.

Для відстеження розглянутих показників існують різні методи тестування серед яких ручне тестування, автоматизоване тестування, модульне, інтеграційне, системне, регресійне, а також тестування продуктивності й безпеки. Вибір методу тестування залежить від етапу розробки застосунку та від поставлених цілей перед тестувальником.

Метою доповіді є дослідження методів і засобів тестування мобільних застосунків.

В доповіді розглядаються сучасні методи та засоби тестування мобільних застосунків.

Представлені сучасні засоби побудови тестового процесу як Appium, Espresso, XCUITest, TestComplete, Firebase Test Lab та інших рішень, що інтегруються в CI/CD-процеси та підтримують кросплатформенне середовище.

Отже, дослідження свідчить, що ефективне застосування комбінованих технологій тестування дозволяє суттєво підвищити якість мобільного програмного забезпечення.

Література:

1. Garcia, M. Testing Mobile Applications Made Easy / M. Garcia // IEEE Software. – 2023. – Vol. 40, No. 3. – P. 82–88. – DOI: 10.1109/MS.2023.3234567.

2. Malavolta, I. A Survey on the Adoption of Testing Tools in the Android Ecosystem / I. Malavolta, S. Ruberto, G. Russo // Journal of Systems and Software. – 2023. – Vol. 200. – Article ID 111610. – DOI: 10.1016/j.jss.2023.111610.

3. Пилипчук, А. Огляд сучасних засобів тестування мобільних додатків / А. Пилипчук, М. Павлюк // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2023. – № 1 (33). – С. 56–62.

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ У СУЧАСНИХ ВЕБЗАСТОСУНКАХ

Матвєєв М.І., Кучук Г.А.
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", м. Харків

Всесвітня павутина, представлена у 1992 році, створена як універсальна платформа для глобального обміну інформацією. На початкових етапах свого розвитку вебресурси мали переважно статичну структуру та містили текстовий контент. З поширенням інтернету зросли вимоги користувачів щодо інтерактивності вебінтерфейсів, що стимулювало перехід від статичних сторінок до динамічних вебдодатків. Така еволюція сприяла значному розширенню функціональних можливостей вебтехнологій, які нині забезпечують відображення мультимедійного контенту (зображення, відео, анімація, спливаючі елементи) та підтримують інтерактивну взаємодію з користувачем (наприклад, обробка форм чи коментарів), що позитивно впливає на досвід взаємодії з сайтом. Водночас актуальним залишається запит на подальше підвищення рівня інтерактивності вебзастосунків. Однією з інноваційних технологій, що сприяє досягненню цієї мети, є доповнена реальність (AR) [1].

Для вивчення сучасних тенденцій розвитку AR у вебсередовищі проаналізовано наукові публікації за 2017–2025 роки, розміщені у провідних наукометричних базах даних, зокрема Scopus, Web of Science, ResearchGate та Google Scholar. Пошук наукових джерел здійснювався за такими ключовими словами: augmented reality, AR in web applications, interactive web technologies, user experience, e-commerce AR, web-based AR solutions, AR in education and medicine.

Встановлено, що на початкових етапах головною сферою використання AR були ігрові продукти, однак із розвитком технології її почали активно впроваджувати у сферу електронної комерції. Зараз компанії найчастіше застосовують AR для візуалізації товарів, що дозволяє покупцям оцінювати розмір, колір або дизайн продукції перед купівлею. Такий підхід підвищує задоволеність клієнтів та формує позитивний досвід взаємодії з брендом. Зокрема, косметичний гігант L'Oréal інтегрував AR на своєму вебресурсі, надаючи споживачам змогу віртуально приміряти косметичні засоби.

Крім комерційної сфери, такі додатки активно використовуються в медицині, де вони допомагають лікарям проводити складні операції з високою точністю, та в освіті, сприяючи візуалізації складних понять. У перспективі очікується подальше зростання значущості AR у вебпросторі, що дозволить значно розширити можливості цифрової взаємодії в різних галузях, включаючи нерухомість, туризм та розваги.

Література.

1. Roy S. G., Kanjilal U. Web-based Augmented Reality for Information Delivery Services: A Performance Study // *Desidoc Journal of Library & Information Technology*. – 2021. – Vol. 41, No. 3. – P. 167–174. – DOI: 10.14429/djlit.41.3.16428.

РОЗРОБКА ІНТЕРНЕТ-МАГАЗИНУ З ВИКОРИСТАННЯМ СУЧАСНИХ ВЕБТЕХНОЛОГІЙ

Мезенцев М.В., Салтиков І.О.
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", м. Харків

У зв'язку з динамічним розвитком електронної комерції та зміною поведінки споживачів, створення функціонального, швидкого та зручного інтернет-магазину є актуальним завданням як для малого, так і для великого бізнесу. В умовах високої конкуренції на ринку онлайн-торгівлі критично важливо забезпечити не лише привабливий зовнішній вигляд ресурсу, але й стабільну роботу, адаптивність до різних пристроїв, захист персональних даних, швидкий пошук товарів та зручний процес оформлення замовлення.

У межах цієї роботи було реалізовано інтернет-магазин із використанням сучасних вебтехнологій, що відповідають сучасним стандартам UX/UI-дизайну, забезпечують високу продуктивність та можливість масштабування.

Для фронтенд-частини застосовано бібліотеку React.js, яка дозволяє створювати динамічні односторінкові застосунки з високою швидкістю взаємодії з користувачем. Серверна логіка реалізована за допомогою Node.js, що забезпечує обробку запитів, авторизацію, керування товарами, обробку замовлень та інтеграцію з платіжними сервісами. У якості бази даних обрано PostgreSQL. Реалізовано адаптивну верстку для коректного відображення сайту на різних типах пристроїв, а також впроваджено систему фільтрації та сортування товарів, що значно покращує користувацький досвід.

Особлива увага приділяється безпеці: впроваджено захищену авторизацію, хешування паролів, захист від основних типів атак (CSRF, XSS, SQL-ін'єкції). Додатково інтегровано модуль аналітики для відстеження поведінки користувачів, який дозволяє формувати звіти щодо найбільш популярних товарів, джерел трафіку та конверсій. Архітектура рішення дозволяє легко додавати нові функції, зокрема підтримку багатомовності, інтеграцію з мобільними застосунками або сторонніми сервісами доставки.

У результаті створено гнучкий, масштабований вебресурс, який може використовуватись як основна платформа для продажу товарів у будь-якому сегменті – від локального бізнесу до міжнародного ринку.

Таким чином, застосування сучасних вебтехнологій у розробці інтернет-магазинів відкриває широкі можливості для цифрової трансформації бізнесу, автоматизації продажів та покращення взаємодії з кінцевим споживачем.

РОЗРОБКА WEB-ЗАСТОСУНКУ З ПРОГРАМОЮ ЛОЯЛЬНОСТІ ДЛЯ РЕСТОРАНУ

Мезенцев М.В., Хен К.А.
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", м. Харків

У сучасних умовах жорсткої конкуренції в сфері ресторанного бізнесу ефективна взаємодія з клієнтами є запорукою стабільного розвитку та зростання прибутковості. Одним із найрезультативніших інструментів для утримання постійних клієнтів та підвищення їхньої лояльності є впровадження персоналізованих програм лояльності. У зв'язку з активною цифровізацією сфери обслуговування, доцільним рішенням стає створення web-застосунку, який автоматизує ці процеси, забезпечуючи користувачам зручний інтерфейс, а бізнесу – гнучкі інструменти управління клієнтською базою та маркетинговими кампаніями.

Розроблений застосунок дозволяє клієнтам швидко реєструватися та авторизуватися (в тому числі через соціальні мережі або QR-коди), накопичувати бонусні бали, переглядати історію замовлень, отримувати індивідуальні пропозиції, брати участь в акціях, а також відстежувати статус своєї лояльності. Для адміністрації передбачено окремий інтерфейс з можливістю гнучкого налаштування правил нарахування бонусів, формування акцій, аналізу статистики користувацької активності, та інтеграції з існуючими CRM або POS-системами.

Технічна реалізація базується на сучасному стеку технологій: React.js або Vue.js для фронтенду, Node.js або Django для бекенду, PostgreSQL як система управління базами даних. Архітектура проєкту забезпечує масштабованість, захист персональних даних користувачів, можливість хостингу у хмарних середовищах, а також подальшу інтеграцію з мобільними платформами. Застосунок може адаптуватися під потреби різних закладів: від невеликих кафе до мережевих ресторанів і підтримує як стандартні бонусні моделі, так і унікальні механіки взаємодії з відвідувачами, зокрема гейміфікацію або персоналізовані привітання з нагоди важливих дат.

У підсумку, запропоноване рішення дозволяє підвищити рівень обслуговування, зміцнити зв'язок з клієнтами, стимулювати повторні візити та сформувати позитивний імідж бренду. Web-застосунок з програмою лояльності стає не лише інструментом підвищення продажів, а й потужною аналітичною платформою для прийняття стратегічних бізнес-рішень на основі реальних даних про поведінку споживачів.

ADAPTIVE SPECTRUM MANAGEMENT IN COGNITIVE RADIO NETWORKS BASED ON Q-LEARNING AND MARKOV OPTIMIZATION

Merkulenko Y.S., Savchenko M.V.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

The paper investigates the integration of Markov models with machine learning algorithms for solving dynamic spectrum access problems in cognitive radio networks [1]. The main focus is on a decentralized approach, in which each node makes decisions on the use of spectral resources independently, based on local information and the principles of adaptive learning. The modeling is based on the Markov Decision Process (MDP), which reflects the functioning of the system under conditions of stochastic changes in spectrum availability [2].

The paper considers the mechanisms of combining Markov models with reinforcement learning methods, in particular the Q-learning algorithm. It is shown how cognitive network nodes are able to learn effective access strategies, receiving positive rewards for rational spectrum use and penalties for violating the rights of primary users. The characteristics of the changing environment, which is modeled through probabilistic transitions between the "busy" and "free" states, are also analyzed.

The proposed approach proved to be effective in the tasks of increasing throughput and reducing interference in conditions of limited spectral resources. The results obtained show that the use of learning algorithms built on the basis of Markov models allows achieving a balanced combination between the search for new spectral opportunities and the efficient use of existing resources. This creates the prerequisites for the development of more autonomous and flexible cognitive radio systems.

The combination of Q-learning with Markov modeling has shown high efficiency in solving problems of dynamic access to the spectrum in decentralized conditions. Compared to classical methods, the proposed approach provides more efficient use of the available spectrum and reduction of interference due to the ability of the system to adapt in conditions of uncertainty.

Additionally, the analysis indicates the importance of tuning the learning parameters, in particular the learning rate and the discount factor, which significantly affect the overall performance. Choosing the optimal values of these parameters allows for a balance between rapid adaptation to changes in the environment and stable system operation in the long term, which makes this approach promising for application in modern wireless networks.

References:

1. Pustovoitov, P., Okhrimenko, M., Voronets, V., & Udalov, D. (2021). The speed calculating increasing method of the markov model network node. *Advanced Information Systems*, *5*(3), 13–17. https://doi.org/10.20998/2522-9052.2021.3.02.

2. Pustovoitov, P., Voronets, V., Voronets, O., Sokol, H., Okhrymenko, M. (2024). Assessment of QOS indicators of a network with UDP and TCP traffic under a node peak load mode. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1 (4 (127)), 23–31. DOI: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.299124.

MULTIDIMENSIONAL SIGNAL PROCESSING METHOD USING WAVELET TRANSFORMS

Motchanyi A.O., Sokol H.V., Voronets V.M.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

Due to the rapid development of computer technology, the Internet and closely related multimedia applications, digital images have become particularly popular. Storing images in digital form requires significant amounts of electronic memory. In this regard, various compression technologies have been developed. The goal of image compression is to minimize the number of bits required to represent an image [1].

Wavelets have significant advantages over the Fourier transform, namely, the wavelet transform allows you to draw conclusions not only about the frequency spectrum of the signal, but also about the time at which a particular harmonic appeared. With their help, you can easily analyze discrete signals or signals with sharp bursts. In addition, wavelets allow you to analyze data according to scale, at one of the given levels (small or large) [2].

The practical use of wavelet transforms is mainly associated with discrete wavelets, both due to the widespread use of digital data processing methods and due to a number of differences between discrete and orthogonal wavelet transforms. Discrete wavelet transforms are usually used for signal coding, while orthogonal transforms are used for signal analysis. That is why discrete transforms are used in engineering and computer science, and orthogonal transforms are used in scientific research of physical processes.

The issues of choosing a wavelet algorithm were considered, the criteria for assessing image quality were given, and the choice of the optimal wavelet algorithm for image processing was also considered.

The use of compression algorithms based on wavelet transforms gives a better ratio of the quality indicators of the restored image and the compression ratio than when using algorithms based on DCT, due to the absence of a block structure in the restored image, and also makes it possible to transmit the image progressively over the network.

During the study, it was found that when using the Daubech wavelet 7/9 and the depth of image decomposition to the third level, depending on the intensity of the image color palette, it is possible to obtain up to 98% of zero coefficients and a value of recovered energy of 94% with a small deviation of the visual quality of the resulting image from the original. Using this algorithm allows you to obtain an image compression ratio of up to 50 times.

To compare the results obtained in the Matlab environment, a software product was developed in the Delphi environment, which confirms the results obtained.

References:

1. Aamir, M., & Khan, M. A. (2021). A comprehensive review on image compression techniques. *Multimedia Tools and Applications*, 80(1), 947–982.

2. Zain, J. M., & Subari, K. S. (2022). Wavelet-based image compression techniques: A performance comparison. *Journal of Imaging*, 8(3), 80.

РОЗРОБКА МОДЕРНІЗОВАНОГО СЕРВІСУ РОЗУМНОГО ПРОТЕЗУ

Наймитенко С. І., Подорожняк А. О.
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", м. Харків

Протезування в реаліях нашої країни, це невід'ємна частина нашого майбутнього. Під час розробки першої частини сервісу ринок українського протезування робив свої перші кроки. Зараз Україна представлена чудовими вже існуючими стартапами та програмами такими як Esper Bionics, або Superhumans. Вони розробляють власні протези, та забезпечують програми протезування для постраждалих ветеранів і цивільних громадян [1]. Однак програми часто мають закордонне фінансування, через що можуть бути нестабільні, мають високу ціну, що за умов поганого економічного становища в країні не можуть дозволити собі звичайні громадяни. Тому протез, що буде бюджетним, і швидким в розробці наразі залишається досить актуальним [2].

У доповіді розглядається шляхи модернізації інтелектуального сервісу розумного протезу за оптимальну ціну, який матиме ряд покращень.

Планується оптимізація міодатчика, покращення алгоритмів обробки сигналів, буде реалізовано зворотній зв'язок у сервісі та проведення оптимізації енергоспоживання.

Після виправлення помилок та покращень програмно-схемотехнічного рішення, також буде модернізовано і сам корпус. Наразі пропонується 3D надрукований корпус, проводиться розбір різних структур друку, філаментів котрі будуть оптимальні в ціні та якості, та не нестимуть шкоду як користувачу так і навколишньому довкіллю [3].

Проведена робота з модернізації розробки сервісу показала, що такий проект наразі залишається актуальним та має прийнятну ціну. Визначено пункти з покращення роботи, котрі складають з покращення ЕМГ датчику, покращення програмної реалізації алгоритмів обробки сигналів, реалізація зворотнього зв'язку до користувача та оптимізація енергоспоживання сервісу, а також модернізація корпусу протеза.

Література:

1. Суперх'юманс - Всеукраїнський сучасний центр з протезування, реконструктивної хірургії та реабілітації постраждалих від війни. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://superhumans.com/.

2. Подорожняк А. О., Наймитенко С. І. Розробка та дослідження сервісу для розумного протезу верхніх кінцівок. Системи управління, навігації та зв'язку. – Полтава: Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка". – вип. 4(74). – 2023. – С. 137 – 142. DOI: https://doi.org/10.26906/SUNZ.2023.4.137.

3. Horoshko S. Короткий посібник з 3D-друку для початківців. Адитивні технології тривимірної системи координат. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://dou.ua/forums/topic/46616/.

ОПТИМІЗАЦІЯ ЯКОСТІ ПРОЦЕСУ СТВОРЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЧЕРЕЗ ІНТЕГРАЦІЮ ДЕВ-ТЕСТУВАННЯ

Нікішина О.Ю., Волковський О.С.
Дніпровський національний університет ім. О.Гончара, м.Дніпро

У сучасних умовах розвитку інформаційних технологій особливого значення набуває забезпечення якості програмного забезпечення на всіх етапах життєвого циклу. Однією з типових проблем є виявлення дефектів одразу після розгортання задачі на тестове середовище. Здебільшого такі дефекти не є наслідком помилок у програмній логіці, а виникають внаслідок некоректної конфігурації, порушення послідовності деплою або неузгодженості інтеграційних процесів. Унаслідок цього задачі повертаються до етапу розробки ще до початку формального тестування, показники метрики bug per story є високими, що свідчить про недостатній рівень контролю якості на ранніх етапах. Це спричиняє затримки у циклі розробки, зростання операційного навантаження на команду та зниження загальної продуктивності.

У відповідь на зазначені виклики до процесу розробки було інтегровано практику дев-тестування. Цей підхід передбачає обов'язкову попередню перевірку функціональності самим розробником після розгортання задачі на відповідне середовище. Така перевірка здійснюється шляхом проходження базового користувацького сценарію (happy path), що дозволяє на ранньому етапі виявити технічні або конфігураційні недоліки, які потенційно можуть бути пропущені у разі передачі задачі без первинної валідації.

Впровадження зазначеної практики сприяло суттєвому покращенню якісних показників. Дефекти, що раніше виявлялися під час початкового тестування, стали фіксуватись ще на етапі внутрішньої перевірки розробником. Це призвело до зниження кількості задач, що повертаються на доопрацювання, а також дало змогу зосередити увагу QA-команди на комплексному аналізі функціональності. Значне покращення метрик, зокрема зниження показника bug per story, засвідчує ефективність впровадженого підходу та його позитивний вплив на загальну якість програмного продукту.

Узагальнюючи, слід відзначити, що застосування дев-тестування забезпечує раннє виявлення потенційних проблем, сприяє підвищенню стабільності функціоналу до моменту релізу, а також формує відповідальне ставлення до якості з боку розробників.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАСОБІВ РОЗРОБКИ ТА ІНТЕГРАЦІЇ ВЕБЗАСТОСУНКУ ДЛЯ НАДАННЯ АДВОКАТСЬКОЇ ДОПОМОГИ

Никифоренко В.І., Бульба С.С.
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", м. Харків

Розвиток інформаційних технологій мотивує перехід соціальних областей життєдіяльності людини в площину цифрового світу. Така тенденція не оминула і область надання правової допомоги. Надання послуг в онлайн форматі дає змогу розширити коло користувачів адвокатських послуг та покращити взаємодію.

Автоматизація процесів дозволяє покращити доступ до юридичних консультацій, зменшити навантаження на правників та забезпечити оперативність правової підтримки. Основу такого застосунку становить правильний вибір мов програмування, фреймворків та інструментів для ефективної реалізації функціоналу, інтерфейсу та захисту даних.

На сьогоднішній день існує велика кількість технологій для розробки вебзастосунків, серед яких HTML5, CSS3 та JavaScript для побудови інтерфейсу користувача; PHP, Python з бібліотекою Django та JavaScript з бібліотекою Node.js – для реалізації логіки сервера. Розглянуто React, Vue.js і Laravel, які забезпечують гнучкість, масштабованість і швидку розробку. Для зберігання даних розглянуто застосування реляційних MySQL, PostgreSQL та нереляційних MongoDB баз даних. Також проаналізовано можливості інтеграції з зовнішніми сервісами через REST API та засоби автентифікації користувачів

Метою доповіді є дослідження засобів розробки та інтеграції вебзастосунку для надання адвокатської допомоги.

В доповіді розглядаються сучасні засоби розробки та інтеграції вебзастосунків.

Представлені дослідження дають змогу визначити оптимальні технології для побудови функціонального вебзастосунку, що відповідає вимогам юридичної сфери, забезпечуючи зручність, конфіденційність та ефективність надання адвокатської допомоги.

Література:

Krill, P. The best frameworks for building modern web apps / P. Krill // InfoWorld. – 2023. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.infoworld.com/article/3679780/best-frameworks-for-modern-web-apps.html (дата звернення: 10.04.2025).

2. Кулик, Т.М. Порівняльний аналіз мов програмування для розробки вебзастосунків / Т.М. Кулик, І.І. Гуменюк // Вісник НТУУ "КПІ". Серія: Інформатика та обчислювальна техніка. – 2023. – № 1. – С. 63–70.

3. Sani, A. Full-Stack Web Development with React and Node.js / A. Sani. – Birmingham : Packt Publishing, 2022. – 422 p.

ПРОГРАМНІ ТА ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ ЗАСОБИ СТВОРЕННЯ СИСТЕМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Новіков В.І., Слободяник О.Ю.
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", м. Харків

Системи штучного інтелекту (СШІ) є складними програмно-апаратними комплексами, що імітують інтелектуальну діяльність людини. До їхніх завдань належать розпізнавання образів, обробка природної мови, машинне навчання, ухвалення рішень, а також прогнозування на основі великих масивів даних. Основою побудови СШІ є математичні моделі, алгоритми та спеціалізоване програмне забезпечення.

У процесі створення СШІ ключову роль відіграють програмні засоби, серед яких найбільш популярною є мова програмування Python завдяки великій кількості спеціалізованих бібліотек: TensorFlow, Keras, PyTorch, Scikit-learn тощо. Ці бібліотеки дозволяють реалізовувати складні моделі машинного навчання, глибинні нейронні мережі, системи обробки зображень і мови [2].

Інструментальні середовища, як-от Jupyter Notebook, Google Colab, Visual Studio Code, спрощують розробку і тестування ШІ-моделей. Водночас хмарні платформи, такі як Google AI Platform, Microsoft Azure AI або IBM Watson, дозволяють масштабувати та розгортати ШІ-рішення у великих інфраструктурах з високою продуктивністю [1].

Окрему роль у розробці відіграють інструменти для роботи з даними. Системи аналізу, як-от Pandas, NumPy, Apache Spark, забезпечують попередню обробку, очищення та аналіз даних, без чого побудова ефективної СШІ неможлива. Бази даних і API-сервіси дозволяють інтегрувати ШІ у практичні прикладні системи — від вебдодатків до промислових рішень.

Використання СШІ у реальних проєктах передбачає гнучку інтеграцію з іншими системами та налаштування під специфіку завдань. Наприклад, через API OpenAI або Hugging Face можна отримати доступ до готових моделей і вбудувати їх у сервіси компаній. Це значно скорочує час розробки та знижує технічний поріг для впровадження ШІ [3].

Попри стрімкий розвиток інструментів для ШІ, існують і виклики. Це потреба у потужних обчислювальних ресурсах, забезпечення безпеки та етичного використання ШІ, а також пояснюваність рішень моделей. У найближчому майбутньому очікується подальша еволюція інструментальних засобів, які поєднуватимуть високу продуктивність, доступність і простоту використання.

Література:

1. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning (Updated Edition). – Cambridge: MIT Press, 2024. – 832 с.

2. Zhang C., Zheng Y. Artificial Intelligence with Python: Neural Networks and Deep Learning in Practice. – Birmingham: Packt Publishing, 2023. – 412 с.

3. Jordan M. I., Mitchell T. M. Machine Learning: Trends, Perspectives, and Prospects. // Communications of the ACM. – 2023. – Vol. 66, No. 2. – P. 58–68. – DOI: 10.1145/3563215.

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ І ЗАСОБІВ ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІД НАВАНТАЖЕННЯМ З ВИКОРИСТАННЯМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Носко С.В.
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", м. Харків

Стрімкий розвиток цифрових технологій та збільшення обсягів користувацьких даних призводять до необхідності забезпечення високої продуктивності програмного забезпечення в умовах навантаження. Надійність і стабільність роботи систем при великій кількості одночасних користувачів стає критичним фактором, що визначає успішність і конкурентоспроможність програмного продукту. Сучасні методи та інструменти тестування під навантаженням дозволяють виявити вузькі місця в архітектурі, неефективне використання ресурсів, а також перевірити масштабованість системи.

Останнім часом особливу увагу приділено впровадженню методів штучного інтелекту в процеси тестування. AI-моделі дозволяють прогнозувати поведінку системи під різними типами навантаження, автоматично визначати найбільш ризиковані ділянки коду, адаптувати сценарії тестування в реальному часі та оптимізувати використання ресурсів під час проведення тестів. Для дослідження наведених показників використовуються різні підходи до навантажувального тестування: стрес-тестування, об'ємне тестування, тестування витривалості, а також спайкове тестування. Інструменти на кшталт Apache JMeter, Gatling, Locust, k6, BlazeMeter, а також новітні рішення з підтримкою AI (наприклад, Dynatrace, Test.ai, або AI-доповнення до JMeter) дозволяють проводити тестування в автоматизованому режимі та інтегрувати процес у CI/CD-середовище [1].

Метою доповіді є дослідження методів і засобів тестування програмного забезпечення під навантаженням, з особливим акцентом на застосування технологій штучного інтелекту. У доповіді розглядаються сучасні підходи до моделювання навантаження, аналізу продуктивності та оцінки стійкості систем. Також представлено інструменти, які забезпечують автоматизацію навантажувального тестування, застосування AI-алгоритмів, а також їх можливості для аналізу результатів і виявлення вузьких місць.

Отже, дослідження свідчить, що ефективне використання комбінованих методів навантажувального тестування та штучного інтелекту дозволяє суттєво підвищити якість, масштабованість і надійність програмного забезпечення.

Література:

1. Traini, L., Di Menna, F., & Cortellessa, V. AI-driven Java Performance Testing: Balancing Result Quality with Testing Time // Proceedings of the 39th IEEE/ACM International Conference on Automated Software Engineering (ASE '24). – 2024. – P. 443–454. – DOI: 10.1145/3691620.3695017.

ОПТИМІЗАЦІЯ ВИЛУЧЕННЯ ОЗНАК У ТРАНСФОРМЕРАХ ЗА ДОПОМОГОЮ КОМБІНАЦІЇ GLOBALAVERAGEPOOLING1D І GLOBALMAXPOOLING1D ДЛЯ КЛАСИФІКАЦІЇ МЕРЕЖЕВИХ АТАК

Полторацький В.О., Гавриленко С.Ю.
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", м. Харків

У задачах класифікації мережевих атак трансформери виявляють високу ефективність завдяки здатності моделювати складні взаємозв'язки в мережевих даних [1]. Однак їхня складна архітектура та висока розмірність вхідних ознак можуть призводити до перенавчання, особливо при роботі з неоднорідними даними. Ефективна агрегація ознак дозволяє зменшити цю проблему, забезпечуючи кращу узагальнюючу здатність і підвищуючи точність виявлення рідкісних класів [2].

Окреме використання традиційних методів агрегації "GlobalAveragePooling1D" або "GlobalMaxPooling1D", може призвести до втрати локальних особливостей або глобального контексту даних, що знижує точність у задачах із високою варіативністю класів, таких як виявлення рідкісних атак.

Для підвищення ефективності роботи моделей досліджено можливість комплексного використання комбінації "GlobalAveragePooling1D" і "GlobalMaxPooling1D", що забезпечує збалансований підхід для захоплення як узагальнених, так і пікових ознак. Це створює більш інформативне представлення, яке передається до щільних шарів класифікаційної моделі. Такий підхід дозволяє моделі одночасно враховувати глобальний контекст мережевого трафіку та локальні аномалії, що є критичним для розмежування класів. Розроблено програмні моделі трансформерів як з окремим використанням зазначених пулінгів так і з використанням їх комбінації. У якості вихідних даних використано датасет, що містить інформацію про мережеві вторгнення UNSW-NB15, із 4 класами (Normal, Exploits, Fuzzers, Generic). Використано такі налаштування моделі: 2 блоки трансформера, batch size 128, до 30 епох із EarlyStopping.

Використання комбінації "GlobalAveragePooling1D" і "GlobalMaxPooling1D" дозволило знизити показник loss-функції в середньому на 12% та підвищити точність класифікації на 1% порівняно з окремим використанням пулінгів.

Література:

1. Gavrylenko S., Poltoratskyi V., Nechyporenko A., Intrusion detection model based on improved transformer. *Advanced Information Systems*, 2024, 8(1), p. 94–99.

2. Gholamalinejad, Hossein & Khosravi, Hossein. (2020). Pooling Methods in Deep Neural Networks, a Review. 10.48550/arXiv.2009.07485.

ПРИСКОРЕНА РЕАЛІЗАЦІЯ ШИФРУВАННЯ ДАНИХ

Рисований О.М., Малихін А.В., Соболенко С.С.
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", м. Харків

В роботі було проаналізовано процес шифрування [1-3] даних за рахунок використання інструкцій процесора наборів MMX, SSE та AVX. Застосовано форму паралелізму - Data Parallelism, яка дозволила ефективно використовувати ресурси система (CPU, GPU) та знизити час обробки великих обсягів даних.

Основою обработки масиву даних інструкціями AVX є цикл:

```
vmovups ymm0,[rsi]    ; buff
vmovups ymm1,[r15]  ; key
vxorpd ymm2,ymm0,ymm1;
vmovups [rdi],ymm2
```

Видобуток у швидкості обробки досягнутий за рахунок використання 256 розрядних регістрів ymm. В роботі виміряно час виконання шифрування великого масиву даних для всіх технологій паралельної обробки великого масиву даних за допомогою блока коду:

```
rdtsc ; edx,eax
shl rdx,32;
add rdx, rax;
mov r14, rdx;
```

Використані рішення сприяли збільшенню ефективності шифрування великих об'ємів даних. Та ще раз було доказано, що світові тенденції шифрування даних свідчать про постійний розвиток та еволюцію методів і підходів до досягнення цієї мети. Розробники активно працюють над знаходженням нових рішень та використовують передові технології для захисту інформації.

Література:

1. Кудряшов В.Є., Коломійцев О.В., Рисований О.М., Мегельбей В.В., Жирна О.В. Методика числового моделювання визначення показника ефективності стрільби ракетою по різних цілях при відпрацюванні цілевказівки з батарейного командного пункту. Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки. 1(19) (2024). Харків. 2024. С. 107-116. https://doi.org/10.37701/dndivsovt.19.2024.13.

2. Рисований О.М., Ігнатьєв К.І., Рибалка Р.В., Рудаковський Д.Р. Механізм шифрування повідомлень з максимальною довжиною // Інформатика, управління та штучний інтелект. Тези одинадцятої міжнародної науково-технічної конференції. – Харків: НТУ "ХПІ", 2024. – С.127. https://web.kpi.kharkov.ua/ai/wp-content/uploads/sites/249/2024/10/TEZY_IUSHI_2024.pdf.

3. Рисований О.М. Криптостійний генератор псевдовипадкової наслідності з використанням майстер-ключа // Проблеми інформатики та моделювання (ПІМ-2024). Тези двадцять четвертої міжнародної науково-технічної конференції. – Харків: НТУ "ХПІ", 2024. – С. 120. (150 с.) https://web.kpi.kharkov.ua/pim/wp-content/uploads/sites/248/2024/10/Programma_PYM_2024_09_20.pdf.

ВИКОРИСТАННЯ ПОЛІНОМІВ ІЗ РОЗШИРЕНИХ ПОЛІВ ГАЛУА ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ШИФРУВАННЯ

Рисований О.М., Сухой Р.Д., Іванов В.Р.
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", м. Харків

Використання поліномів із розширених полів Галуа має широке значення в різних галузях - в криптографії, теорії кодових чисел, цифровій обробці сигналів й комп'ютерній алгебрі [1-2].

В роботі було проаналізовано вплив поліномів з GF(2) та поліномів кінцевого поля GF(3). В сучасний час багато елементів комп'ютерної техніки мають 3 стани: елементи пам'яті, шинні формувачі, контролери шин. Третій стан елементів поки що не контролюється в силу того, що відсутні окремі мікросхеми для такого контролю. А самостійний синтез таких елементів, хоча й не важкий, однак при цьому необхідно використовувати різні й багато інших логічних елементів.

Поліноми з поля GF(2) формують максимальний період генерації, що дорівнює $T - 2^n$, що для полінома при $n = 4$ мають $T = 16-1$, що дуже замало навіть для звичайного застосування. А з іншого боку, поліноми з кінцевого поля GF(3) формують максимальний період генерації, що дорівнює $T - 3^n$. І це за $n = 3$ формує цикл $T_{max} = 81-1$. Для шифрування серйозного повідомлення це також недостатньо, але цикл генерації збільшується вп'ятеро. Але поліноми з кінцевого поля GF(3) дозволяють контролювати й 3-й стан, який до теперішнього часу ще не знаходить широкого використання [1-2].

Арифметика поля GF(3) також використовує множення, як звичайне множення поліномів, але з модулем по незвідному поліному, інверсію та побітове XOR, але вже за mod3.

В роботі наводяться рекомендації по використанню поліномів за різними критеріями оцінювання.

Обґрунтовано висновок в доцільності використання як в комп'ютерній техніці модуля 3-й, поліномів відповідних ступенів, так й при шифруванні повідомлень.

Література:

1. Кудряшов В.Є., Коломійцев О.В., Рисований О.М., Мегельбей В.В., Жирна О.В. Методика числового моделювання визначення показника ефективності стрільби ракетою по різних цілях при відпрацюванні цілевказівки з батарейного командного пункту. Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки. 1(19) (2024). Харків. 2024. С. 107-116. https://doi.org/10.37701/dndivsovt.19.2024.13.

2. Рисований О.М., Ігнатьєв К.І., Рибалка Р.В., Рудаковський Д.Р. Механізм шифрування повідомлень з максимальною довжиною // Інформатика, управління та штучний інтелект. Тези одинадцятої міжнародної науково-технічної конференції. – Харків: НТУ "ХПІ", 2024. – 176 с. - С.127. https://web.kpi.kharkov.ua/ai/wp-content/uploads/sites/249/2024/10/TEZY_IUSHI_2024.pdf.

АРХІТЕКТУРНІ ПІДХОДИ ДЛЯ ПОБУДОВИ СИСТЕМ ПОТОКОВОЇ ОБРОБКИ ДАНИХ

Романюк О.Н., Романюк О.В., Бобко О.Л., Стахов О.Я.
Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Архітектурні підходи [1-2] дляч побудови систем потокової обробки даних є важливою складовою сучасних інформаційних технологій, які використовуються в реальному часі для обробки великих обсягів даних. Архітектура на основі потоків передбачає організацію обробки даних як неперервного потоку, де дані обробляються по мірі їх надходження. Ця модель дозволяє виконувати аналіз та трансформацію даних у реальному часі, з мінімальними затримками. Для обробки великих обсягів даних необхідно використовувати розподілені обчислювальні ресурси. Це дозволяє значно збільшити пропускну здатність системи, забезпечити балансування навантаження і безперервну обробку даних. Інший архітектурний підхід передбачає обробку даних з використанням черг повідомлень. Цей підхід застосовується для вирішення задач, де важливим є збереження послідовності обробки або забезпечення надійної доставки повідомлень. Черги повідомлень використовуються для тимчасового збереження даних, що дозволяє відокремити етапи отримання і обробки даних. Цей підхід дає можливість системам поточної обробки реагувати на нові повідомлення асинхронно, що підвищує їх ефективність. Для побудови більш гнучких і адаптивних систем широко використовуються архітектури, засновані на обробці подій. Такі системи розглядають дані як потік подій, що надходять з різних джерел. Ще одним важливим елементом є архітектури на основі мікросервісів. У таких системах кожна компонента, яка відповідає за обробку певного виду даних або здійснює певну операцію, реалізується як окремий мікросервіс. Це дозволяє спростити масштабування, оновлення та підтримку системи. Мікросервіси, що взаємодіють між собою через API або черги повідомлень, можуть забезпечити вищу гнучкість і адаптивність до змін в навантаженнях.

Функціональні моделі потокової обробки в основному використовуваний в технологіях, дозволяє писати чітко визначені оператори обробки даних, які можна комбінувати в складні потоки для реалізації різноманітних сценаріїв обробки даних. Операторний підхід забезпечує високу модульність і зручність у налаштуванні обробки в різних умовах.

Таким чином, архітектурні підходи до побудови систем потокової обробки включають забезпечують високу ефективність, масштабованість та адаптивність в умовах великих обсягів даних, що надходять у реальному часі.

Література

1. Haber, T., Avrahami, L. Building Streaming Systems: An Introduction to Apache Kafka and Apache Flink, O'Reilly Media, 2021, 320 p.
2. Rathod, R., Aluru, S., Distributed Streaming Data Processing: Real-Time Data with Apache Kafka, Spark, and Flink, Springer, 2022, 342 p.

ПІДВИЩЕННЯ РЕАЛІСТИЧНОСТІ ЗАФАРБОВУВАННЯ ЗА МЕТОДОМ ГУРО

Романюк О.Н., Черняк О.І., Дембіцький О.М., Романюк О.В.
Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Один з основних недоліків методу Гуро [1] полягає в тому, що освітлення обчислюється лише для вершин, а не для кожного пікселя, що може призводити до деякої втрати деталей, особливо при наявності складних освітлювальних ефектів або різких переходів. У методі Гуро нормалі для кожної вершини інтерполюються між пікселями. Це дозволяє зберігати точність обчислення освітлення для кожної вершини, але через лінійну інтерполяцію нормалі можуть з'являтися помилки, що знижують точність відображення освітлення, особливо на кривих поверхнях. Для покращення можна використовувати нелінійну інтерполяцію нормалей або перерахунок нормалей в кожному пікселі за допомогою більш складних алгоритмів. Можна використовувати інтерполяцію нормалей по відношенню до поверхні замість звичайної лінійної інтерполяції між вершинами.

Стандартне зафарбовування Гуро враховує лише амбієнтне, дифузне та спекулярне освітлення. Однак для реалістичних відображень можна додавати більш складні компоненти освітлення. Можна включити такі аспекти, як глобальне освітлення, яке бере до уваги відбиття світла між об'єктами, або фонові освітлювальні ефекти. Метод Гуро сам по собі не враховує текстури. Тому зображення може виглядати менш реалістично, особливо на складних поверхнях, де текстури можуть значно змінювати зовнішній вигляд. Для підвищення реалізму можна застосувати текстурування в методі Гуро, обчислюючи освітлення для кожної текстурної координати в кожній вершині, а потім інтерполюючи ці значення в межах трикутника. Це дозволить додати більш детальну інформацію про матеріали на поверхні об'єктів.

Інтерполяція кольору може бути виконана не тільки по значеннях освітлення, а й по більш складних колірних просторах, щоб досягти більш природних переходів кольорів і забезпечити краще сприйняття текстур і освітлення.

Для досягнення кращого результату можна комбінувати метод Гуро з іншими техніками, такими як згладжування (anti-aliasing) або емісійне освітлення для більш точного відображення матеріалів і освітлення.

Для покращення методу Гуро можна використовувати більш точну інтерполяцію нормалей, враховувати текстури, спекулярні ефекти та застосовувати інші моделі освітлення, такі як модель Фонга. Також важливо поєднувати метод Гуро з іншими техніками для досягнення кращих результатів, зберігаючи високу ефективність при рендерингу в реальному часі.

Література:

1. Романюк, О. Н. Романюк О. В., Чехместрук Р. Ю.. Комп'ютерна графіка. Навч. посіб. ВНТУ. 2023. – 147 с.

РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ОЦІНКИ СЕРЕДОВИЩ МОДЕЛЮВАННЯ КОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖ

Савченко Р.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків

Сучасні комунікаційні мережі потребують ефективних інструментів для їх моделювання та тестування, що забезпечують надійність, гнучкість і точність експериментів. Розробка методики оцінки середовищ моделювання мереж є актуальним завданням, оскільки дозволяє систематизувати порівняння інструментів за ключовими характеристиками [1]. В роботі пропонується оцінювання за такими критеріями, як автоматизація, повторюваність експериментів, швидкість і простота налаштувань, необхідна кваліфікація користувача, доступність, підтримка обладнання та можливість штучної генерації помилок, затримок і обмежень пропускної здатності каналів.

Автоматизація є ключовим аспектом оцінки, оскільки сучасні середовища моделювання повинні мінімізувати ручне втручання. Середовища оцінюються за наявністю API, підтримкою скриптів (наприклад, Ansible, Python) і можливістю інтеграції з CI/CD [1, 2]. Високий рівень автоматизації сприяє масштабованості та зниженню витрат часу на розгортання топологій. Водночас повторюваність експериментів визначає здатність середовища забезпечувати ідентичні результати за однакових умов. Крім того, швидкість і простота налаштувань впливають на ефективність роботи користувача. Така оцінка включає час, необхідний для розгортання топології, зручність інтерфейсу (CLI або GUI) і підтримку шаблонів конфігурацій. Важливе значення має також кваліфікація користувача, тобто рівень знань, необхідний для ефективної роботи з середовищем. Під час оцінки доступності середовища враховуються ліцензійні обмеження, вартість, а також визначається статус середовища як відкритого чи комерційного. У межах оцінювання підтримки обладнання аналізується сумісність середовища з пристроями різних виробників, а також враховується наявність або відсутність залежності від конкретного постачальника. Штучна генерація помилок, затримок і обмежень пропускної здатності каналів оцінює здатність середовища емулювати реальні мережні умови.

Отже, запропонована методика забезпечує структурований підхід до порівняння середовищ моделювання за визначеними критеріями, що сприяє обґрунтованому вибору інструментів моделювання комунікаційних мереж. Вона дозволяє оцінити сильні та слабкі сторони середовищ відповідно до їхньої функціональності, доступності та адаптивності до різних сценаріїв використання.

Література:

1. Harahus, M., Cavojský, M., Bugár, G., & Pleva, M., 2023. Interactive Network Learning: An Assessment of EVE-NG Platform in Educational Settings. Acta Electrotechnica et Informatica, 23, pp. 3-9. doi: https://doi.org/10.2478/aei-2023-0011

2. Packetswitch (2024), "Containerlab - Creating Network Labs Can't Be Any Easier", available at: https://www.packetswitch.co.uk/containerlabs-intro/

РОЗРОБКА ВЕБЗАСТОСУНКУ ДЛЯ МАГАЗИНУ АРОМАДЕКОРУ З ВИКОРИСТАННЯМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ SEO ОПТИМІЗАЦІЇ

Скриннік Р.С., Любченко Н.Ю.
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", м. Харків

У сучасному світі електронна комерція стрімко розвивається, і наявність зручного та функціонального вебзастосунку є ключовим фактором успішного ведення бізнесу. Магазин аромадекору потребує цифрових рішень, які не лише спрощують процес покупки для клієнтів, а й допомагають ефективно керувати асортиментом, замовленнями та маркетинговими кампаніями. Створення вебзастосунку дозволить автоматизувати бізнес-процеси, покращити взаємодію з клієнтами та збільшити продажі завдяки зручному інтерфейсу та сучасним функціональним можливостям. Використання штучного інтелекту для SEO оптимізації допомагає автоматизувати аналіз ключових слів, створення контенту та оптимізацію сторінок, що підвищує видимість магазину у пошукових системах.

Метою доповіді є розробка вебзастосунка для магазину аромадекору, який забезпечить зручний інтерфейс для покупців, функціонал для керування товарами та замовленнями, а також можливості для аналітики та маркетингу.

Трирівнева архітектура вебзастосунку надає можливість розробляти та підтримувати функціональну логіку процесу, доступ до даних, зберігання даних у комп'ютері та користувальницький інтерфейс – як незалежні модулі на окремих платформах [1]. Багаторівнева архітектура дозволяє підвищити ефективність роботи інформаційної системи, а також оптимізувати розподіл її програмно-апаратних ресурсів [2].

Для підвищення продуктивності використовується механізм машинного навчання, що прогнозує ефективність SEO-стратегій та адаптує оптимізацію в режимі реального часу. Оптимізація зображень – забезпечить більш швидке завантаження фото товарів – для більш швидкого їх відображення на стороні клієнта [3, 4].

Література:

1. Що таке трирівнева архітектура? - визначення з техопедії Focus [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://uk.theastrologypage.com/three-tier-architecture#menu-1.

2. Клієнт-серверна архітектура Focus [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://training.qatestlab.com/blog/technical-articles/client-server-architecture/.

3. У чому суть адаптивної верстки сайту? Focus [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://foxminded.ua/adaptyvna-verstka-saitu/.

4. SEO-оптимізація зображень: як оптимізувати картинки на сайті Focus [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://cityhost.ua/uk/blog/seo-optimizaciya-zobrazhen-navischo-ta-yak-optimizuvati-kartinki-na-sayti.html.

МОДЕЛЮВАННЯ ОПТИМІЗАЦІЙНИХ СИСТЕМ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВАНТАЖУ

Славич В.П., Матвєєв М.В.
Херсонський національний технічний університет, м. Херсон

Метою дослідження є розробка концептуальної ієрархічної моделі оптимізації системи вантажоперевезень, яка передбачає інтеграцію декількох рівнів планування та використання адаптивних механізмів прийняття рішень в умовах динамічного середовища. Запропонована модель грунтується на багаторівневому підході до оптимізації, де кожен рівень відповідає певному горизонту планування та набору управлінських завдань. Модель поділяється на три взаємопов'язані рівні. Стратегічний рівень орієнтований на довгострокове планування маршрутів, визначення складу транспортного парку, вибір основних логістичних вузлів та формування загальної транспортної мережі. На цьому етапі враховуються прогностичні дані щодо попиту, інфраструктурні обмеження та цілі сталого розвитку. Тактичний рівень охоплює середньострокові рішення, пов'язані з розподілом ресурсів між маршрутами, плануванням обсягів перевезень, балансуванням навантаження та узгодженням графіків. Тут застосовується адаптивна логіка, яка дозволяє коригувати рішення залежно від змін попиту або ресурсних умов. Оперативний рівень включає поточне управління перевезеннями, контроль виконання маршрутів, моніторинг стану транспортних засобів та взаємодію з обмеженими часовими вікнами доставки. У моделі передбачено використання механізмів оперативного реагування на відхилення, зокрема через мобільні інформаційні системи та алгоритми повторної маршрутизації.

Ієрархічна структура моделі дозволяє узгоджувати рішення на всіх рівнях, забезпечуючи гнучкість та адаптивність системи. Інформаційна взаємодія між рівнями реалізується через інтегровану цифрову платформу, яка акумулює дані з різних джерел. Розроблена ієрархічна адаптивна модель оптимізації вантажоперевезень є ефективним інструментом для підвищення узгодженості логістичних рішень на всіх рівнях управління, дозволяє об'єднати стратегічне бачення із гнучкістю оперативного реагування, що є особливо важливим у сучасних умовах нестабільного ринку перевезень. Використання моделі сприяє мінімізації витрат, підвищенню надійності транспортування та покращенню адаптивності логістичної системи в цілому.

Література:

1. Аулін В. В., Біліченко В. В., Голуб Д. В., Замуренко А. С. Особливості дослідження ефективності транспортних систем на етапах життєвого циклу. Вісник машинобудування та транспорту, 2021. Т. 13, № 1, С. 4–12.

2. Онищук В. П., Стельмащук В. В., Мурований І. С. Підвищення ефективності вантажних автомобільних перевезень. Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. 2016. Т. 1, № 5. 177 с.

3. Славич В.П., Савченко М.О. Критеріальна модель управління рухом автомобільного транспорту. Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Серія: Автомобіле- та тракторобудування. 2024. № 2. С. 65–70.

РОЗРОБКА СИСТЕМИ ПРОЦЕДУРНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ ЛАНДШАФТІВ

Солнишкін К.О., Мєтєльов В.О.
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", м. Харків

Мета проєкту – розробка та впровадження системи процедурної генерації ландшафтів у середовищі Unity, спрямованої на створення реалістичних та різноманітних природних середовищ для ігор та віртуальних симуляцій. Процедурна генерація є важливим інструментом для розробників ігор та віртуальних світів, тому система може зайняти нішу в галузі розробки ігрових та освітніх програмних продуктів, допомагаючи створювати унікальні та реалістичні ландшафти без надмірних витрат часу та ресурсів.

Основні переваги процедурної генерації ландшафтів полягають у значному скороченні часу на створення великих ігрових світів, забезпеченні різноманітності та унікальності локацій, оптимізації використання ресурсів та пам'яті, а також у підвищенні рівня занурення гравця у віртуальне середовище завдяки природній різноманітності та реалістичності.

Одним з ключових аспектів процедурної генерації є алгоритми створення рельєфу. У загальному підході генерація ландшафту відбувається з урахуванням різноманітних факторів, таких як шум Перлина, алгоритми ерозії, розподіл біомів, текстурування поверхонь тощо. Добре налаштована система дозволяє розробникам швидко створювати правдоподібні ландшафти з урахуванням особливостей різних природних зон.

У роботі реалізована зручна система налаштування параметрів генерації, можливість збереження та завантаження конфігурацій, редагування, перегляд та експорт створених ландшафтів. Користувачам доступна можливість редагування окремих елементів згенерованого ландшафту із збереженням цілісності загальної структури. Система дозволяє також зберігати найбільш вдалі конфігурації параметрів для подальшого використання та передбачає налаштування детальності генерації в залежності від технічних можливостей цільової платформи.

Інтуїтивно зрозумілий інтерфейс з візуалізацією результатів у реальному часі дозволяє користувачам миттєво оцінювати зміни параметрів та їх вплив на кінцевий результат. Реалізована можливість автоматичного розміщення рослинності відповідно до типу біому, висоти та крутизни схилів, що значно прискорює процес створення повноцінних природних локацій.

Автори роботи наразі працюють над покращенням алгоритмів генерації річкових систем та ерозії, додаванням підтримки більшої кількості біомів, вдосконаленням системи текстурування та роботою над оптимізацією продуктивності для використання у проєктах з відкритим світом.

ESTIMATING AVERAGE PACKET LATENCY IN WIRELESS NETWORKS USING MIMO AND RANDOM ACCESS

Sudakov E.V., Sokol H.V.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

The growing need for high-speed data transmission leads to the introduction of efficient radio access technologies, among which MIMO (Multiple-Input Multiple-Output) technology is one of the key ones. One of the current tasks in such networks is the analysis of packet delay, especially taking into account the stochastic nature of channel access. The average delay value is an important criterion for quality of service (QoS), especially for applications requiring high reliability.

The purpose of this study is to build a mathematical model for estimating the average packet delay in MIMO systems with random access. The model takes into account both the variability of the radio channel characteristics and the structure of the MIMO environment - in particular, the number of antennas and the dimensions of the channel matrix.

The paper [1] is analyzed, which investigates the performance of MIMO systems taking into account transmission delays and message accumulation in queues under variable communication conditions. In the article [2] the analysis of delays using the theory of large deviations in multi-user MIMO systems with multilayer feedback is considered.

The approach proposed in this work is distinguished by the fact that it allows to formalize the estimate of the average delay in networks with adaptive bandwidth, which directly depends on the statistical characteristics of the channel matrix H(t). This distinguishes the model from traditional approaches, where the service rate is constant or stochastic, but independent of the physical environment.

This method provides adequate modeling of the dynamics of wireless systems, where changes in channel parameters over time have a direct impact on the quality of service. This allows to more accurately take into account the influence of the physical layer on the efficiency of the higher layers of the network architecture.

The results of the study confirm the scientific validity and practical value of the proposed mathematical model. The developed approach to estimating the average delay in MIMO random access systems is an effective tool for analyzing the performance of telecommunication networks. Its advantage is the combination of queuing theory with the physical characteristics of the channel, in particular, the dependence of the service rate on the instantaneous throughput, which is determined by the parameters of the MIMO channel.

References:

1. X. Zhan, X. Du, J. Wu and H. Yan, "Performance Analysis of MIMO Information Time-Delay Systems With Message Queue Under Multiple Communication Parameters," in *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, vol. 54, no. 1, pp. 88-96, Jan. 2024.

2. J. Chen and V. K. N. Lau, "Large Deviation Delay Analysis of Queue-Aware Multi-User MIMO Systems With Two-Timescale Mobile-Driven Feedback," in *IEEE Transactions on Signal Processing*, vol. 61, no. 16, pp. 4067-4076, Aug.15, 2013, doi: 10.1109/TSP.2013.2265681.

EXPOSING THE METRICS OF ICP BLOCKCHAIN CANISTERS

Troiak K.Y., Boltenkov V.A.
Odesa National Polytechnic University, Odesa

Predicting and evaluating performance of a system is a vital element of software development. When it comes to smart-contracts, such measurements decide if the contract will be sustainable or should be scrapped, as such they are of utmost importance. Smart-contracts on ICP are called canisters and require payment in their currency cycles for executing function calls, using instructions, inputting and storing data. Main language of their development is Motoko and it has libraries: canbench, bench as well as a tool ICP Pricing Calculator for measuring cycles usage for simple scenarios, such as operations that fit inside a single function call or storing an arbitrary amount of data for a certain time period. ExperimentalInternetComputer library provides a function performanceCounter, which allows to measure instruction usage inside a single function without accounting for costs of calling a function and inputting data.

Available tools can provide a quick estimation of instruction usage, however, some things are left insufficiently studied: amount of instructions for receiving function calls, total amount of memory used by the canister, instruction usage of garbage collection. Also, it is not possible to precisely estimate performance of tasks which require multiple function calls under different states of a canister.

The objective of this work is to improve the ability to measure performance of ICP canisters in complex scenarios.

An undocumented Motoko library Prim.mo was uncovered, which exposed metrics of run time system (rts) of canisters [1]. Each metric starts with rts_ and provides low-level stats of a canister by means of a function call which exposes it. They include stats of the canister that are updated after each function call. These metrics were analysed, their principles of work were discovered experimentally and part of them was aggregated into a testing suite that would allow to perform benchmarking in complex scenarios. A way was found to expose aforementioned metrics in canisters and obtain their values by means of calling a query function. The main principle of measurement is capturing states of metrics before and after the target function call and comparing them to detect changes.

A library motoko-benchmarking-ts was developed and published together with detailed instructions for usage [2]. It has made it possible to perform more complex benchmarking, such as profiling multi-call operations, measuring allocation and deallocation of memory or garbage collection efficiency.

References:

1. Dfinity Foundation. Prim.mo [Electronic resource]. – Available at: https://github.com/dfinity/motoko/blob/master/src/prelude/prim.mo (date of access: 19.04.2025).

2. Troiak K. Motoko-benchmarking-ts [Electronic resource]. – Available at: https://www.npmjs.com/package/motoko-benchmarking-ts (date of access: 19.04.2025).

РОЗШИРЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ВИКОРИСТАННЯ КРИТЕРІЮ АНДЕРСОНА–ДАРЛІНГА В СИСТЕМАХ КОМП'ЮТЕРНОЇ МАТЕМАТИКИ

Тулученко Г.Я., Ванін В.А., Першина Ю.І.
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", м. Харків

Практичне використання критерію Андерсона-Дарлінга ускладнюється необхідністю побудови власних критичних значень для кожного розподілу та набору параметрів розподілу, коли вони оцінюються за вибірковими даними.

Загальною рисою всіх реалізацій критерію Андерсона-Дарлінга в CAS є використання критичних значень для зарезервованих рівнів значущості, що зберігаються у вигляді таблиць (табл. 1).

Таблиця 1

Приклади реалізації критерію Андерсона-Дарлінга в сучасних CAS

CAS	Бібліотека або пакет	Функція
Python	Бібліотека SciPy, модуль Stats	anderson
		anderson_ksamp
	statsmodels	anderson_statistic
		normal_ad
MATLAB	Statistics and Machine Learning Toolbox	adtest
R	nortest	ad.test
	goftest	ad.test
	DescTools	AndersonDarlingTest

CAS Maple не має вбудованих функцій, що реалізують критерій Андерсона-Дарлінга.

Авторами започатковано серію досліджень з апроксимації інтегральних та диференціальних функцій розподілу статистик для різних модифікацій одновибіркового тесту Андерсона–Дарлінга [1]. Показано, що використання CDF та PDF узагальнених ймовірнісних розподілів, що містять у своїх виразах алометричні показники, як модельних функцій дозволяє досягнути точності наближення порядку $10^{-7} - 10^{-5}$ у середньому квадратичному.

Література:

1. Тулученко Г.Я. (2024). Нові підходи до апроксимації інтегральних функцій розподілу статистик для різних модифікацій одновибіркового тесту Андерсона–Дарлінга. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Математичне моделювання в техніці та технологіях.* № 2(7). С. 73-79. DOI: https://doi.org/10.20998/2222-0631.2024.02(7).08

РОЗРОБКА КРИПТОГРАФІЧНОЇ СИСТЕМИ НА C# З ГРАФІЧНИМ ІНТЕРФЕЙСОМ

Удовенко М.А., Мєтєльов В.О.
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", м. Харків

Мета роботи полягає у створенні програмного забезпечення для захисту конфіденційної інформації шляхом шифрування та дешифрування даних з використанням сучасних криптографічних алгоритмів, а також розробці зручного графічного інтерфейсу користувача.

У сучасному цифровому світі захист інформації набуває критичного значення. З розвитком технологій та зростанням кіберзагроз забезпечення конфіденційності даних стає пріоритетним завданням. Запропонована криптографічна система поєднує надійність сучасних криптографічних алгоритмів з простотою використання.

Розроблена система інтегрує різні типи криптографічних механізмів, включаючи симетричні та асиметричні алгоритми шифрування, а також криптографічні хеш-функції. Програмне забезпечення реалізоване мовою програмування C# з використанням технології Windows Forms для створення графічного інтерфейсу.

Основними функціональними можливостями системи є: шифрування та дешифрування файлів різних форматів; генерація, збереження та завантаження криптографічних ключів; відображення процесу та результатів криптографічних операцій; обробка помилок. Особлива увага приділена системі управління криптографічними ключами, що забезпечує їх надійне зберігання.

Інтерфейс користувача розроблено з урахуванням принципів ергономіки та інтуїтивної зрозумілості. Це дозволяє користувачам без спеціальних знань у галузі криптографії легко виконувати операції шифрування, забезпечуючи при цьому високий рівень захисту даних. Інтерфейс включає візуальні індикатори процесу та детальні повідомлення про помилки.

Розроблена криптографічна система може бути використана як у навчальних цілях для демонстрації роботи різних криптографічних алгоритмів, так і для практичного захисту конфіденційної інформації. Модульна архітектура забезпечує можливість подальшого розширення функціоналу.

Таким чином, представлена робота не лише розв'язує практичну задачу захисту інформації, але й сприяє підвищенню загального рівня інформаційної безпеки. Подальший розвиток проєкту передбачає оптимізацію продуктивності та розширення набору підтримуваних алгоритмів.

MACHINE LEARNING-DRIVEN POWER INTEGRITY CHARACTERIZATION FOR PRINTED CIRCUIT BOARDS

Chao Li, Panchenko V.I.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

This report delves into the critical issues of power integrity (PI) prediction in printed circuit boards and proposes innovative machine learning-based solutions. Firstly, the article outlines the importance of PCB power integrity and its challenges in modern high-speed digital systems, including voltage fluctuations, noise, and ground bounce [1]. Subsequently, it provides a detailed analysis of the strengths and weaknesses of existing power integrity simulation software (e.g., Cadence Sigrity, ANSYS SIwave, and Mentor HyperLynx), highlighting their limitations in computational resource consumption and high user expertise requirements for large-scale designs.

To address the limitations of traditional methods, this work introduces machine learning-based approaches for power integrity prediction. Through data-driven rapid modeling, the integration of optimization algorithms, and the application of automation and edge computing technologies, machine learning significantly enhances the efficiency and automation level of power integrity prediction. The work elaborates on commonly used machine learning algorithms (e.g., linear regression, support vector machines, random forests, and neural networks) and their applications in power integrity prediction, particularly in rapid prediction, design optimization, noise and voltage fluctuation prediction, and automated design.

Furthermore, this work proposes a transposed convolutional neural network (TCNN) combined with baseline curves for impedance prediction, addressing the oscillation issues in traditional methods when predicting peak impedance [2]. By leveraging multiple baseline curves to provide impedance trends for each category and extracting local features from sample data using TCNN, more accurate impedance prediction is achieved.

Finally, we discuss the deployment of machine learning models in Cadence Skill software and validates the significant improvement in impedance prediction efficiency through comparisons with traditional simulation tools. This research not only provides a new technical pathway for PCB power integrity prediction but also lays the foundation for further studies in related fields.

References:

1. Swaminathan M., Torun H. M., Yu H., Hejase J. A., & Becker W. D. Demystifying Machine Learning for Signal and Power Integrity Problems in Packaging. *IEEE Transactions on Components, Packaging and Manufacturing Technology*, Vol. 10, No. 8, 2020. pp. 1276-1295. https://doi.org/10.1109/TCPMT.2020.3011910.

2. Chew L. W. The effect of higher order model decoupling capacitors in the design of a power delivery network. *2012 4th Asia Symposium on Quality Electronic Design (ASQED)*, Penang, 2012, pp. 117-122. https://doi.org/10.1109/ACQED.2012.6320486.

ОСНОВНІ МОДЕЛІ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ НАВАНТАЖЕННЯ НА СЕРВЕРИ ТА ПОТРЕБ У МАСШТАБУВАННІ

Чиж О.А.
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", м. Харків

Прогнозування навантаження на сервери є ключовою складовою адаптивного управління ресурсами. Для цього використовуються різні моделі машинного навчання: регресійні методи, рекурентні нейронні мережі (RNN), а також трансформери. Ці моделі аналізують історичні дані, такі як обсяги трафіку, використання процесорних потужностей, пам'яті та інших серверних ресурсів, і генерують прогнози щодо майбутніх потреб у масштабуванні. Для підвищення точності прогнозів, окрім традиційних статистичних методів, активно застосовуються методи глибинного навчання, які здатні ефективно працювати з великими обсягами даних та складними залежностями між різними параметрами навантаження.

Ефективність моделей залежить від якості даних, алгоритмів навчання, обчислювальних потужностей, а також здатності моделі адаптуватися до нових умов. Наприклад, використання моделей Long Short-Term Memory (LSTM) показує високу точність для задач із часовими рядами, оскільки ці моделі можуть враховувати довгострокові залежності в даних. Водночас, трансформери, завдяки своїм можливостям обробки великих обсягів даних і паралельній обробці, мають перевагу в обробці даних із складними залежностями, що дозволяє їм досягати високих результатів на великих наборах даних [1]. Сучасні гібридні підходи комбінують ці моделі з іншими техніками, такими як ансамблювання та мета-навчання, для досягнення ще вищої точності прогнозів [2].

Оцінка таких моделей дозволяє обрати оптимальне рішення для конкретних сценаріїв масштабування.

Література:

1. Neural Networks and Deep Learning / Charu C. Aggarwal – Springer Cham, 2023. – 529 p.
2. Ensemble Methods Foundations and Algorithms / Zhi-Hua Zhou – Chapman & Hall, 2012. – 236 p.

УДОСКОНАЛЕННЯ ІНСТРУМЕНТІВ МОНІТОРИНГУ ТА АНАЛІЗУ ТРАФІКА В ПРОГРАМНО-КОНФІГУРОВАНИХ МЕРЕЖАХ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ PYTHON

Шестопалов С.С.

Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків

В умовах розвитку сучасних інформаційно-комунікаційних технологій програмно-конфігуровані мережі (Software-Defined Networks, SDN) займають вагоме місце завдяки своїй гнучкості, масштабованості та можливості централізованого управління [1]. Однією з ключових переваг SDN є можливість ефективного моніторингу мережного трафіка та його глибокого аналізу. Це сприяє підвищенню якості обслуговування, оптимізації використання мережних ресурсів і швидкому реагуванню на потенційні проблеми.

Метою роботи є розробка та апробація автоматизованої системи моніторингу та аналізу мережного трафіку в середовищі SDN із використанням мови програмування Python. У межах дослідження створено тестове середовище на базі платформи Mininet [2], що дозволяє моделювати різноманітні сценарії функціонування мережі та збирати в режимі реального часу статистичні показники: пропускну здатність, затримки, втрати пакетів і характеристики окремих потоків трафіку.

Для реалізації автоматизованого збору даних було використано контролер Ryu [3, 4], який підтримує роботу з протоколом OpenFlow та дозволяє здійснювати глибокий аналіз потоків даних у реальному часі. Спеціалізовані скрипти, написані мовою програмування Python, забезпечували систематичний збір і попередню обробку даних, а також збереження їх у структурованому форматі для подальшого аналізу.

Розроблені алгоритми дозволяють оперативно діагностувати стан мережі та ефективно візуалізувати ключові параметри трафіку, що полегшує моніторинг і виявлення аномалій порівняно з традиційними підходами.

Перспективи подальших досліджень охоплюють удосконалення методів аналізу отримуваних даних, розробку додаткових алгоритмів для більш детального аналізу мережного трафіку, а також подальшу оптимізацію існуючих рішень для їх інтеграції в реальні мережні інфраструктури.

Література:

1. Kreutz, D., Ramos, F.M.V., Esteves Veríssimo, P., Esteve Rothenberg, C., Azodolmolky, S., Uhlig, S. Software-defined networking: A comprehensive survey. Proceedings of the IEEE. 2015. Vol. 103, № 1. P. 14-76.
2. Mininet: An Instant Virtual Network on your Laptop (or other PC). URL: http://mininet.org (дата звернення: 20.05.2025).
3. Ryu SDN Framework. URL: https://ryu-sdn.org (дата звернення: 20.05.2025).
4. Comparison of Software Defined Networking (SDN) Controllers. Part 5: Ryu. URL: https://aptira.com/comparison-of-software-defined-networking-sdn-controllers-part-5-ryu/ (дата звернення: 20.05.2025).

OPTIMISATION AND MODELLING OF QUEUES IN TELECOMMUNICATION SYSTEMS WITH HETEROGENEOUS TRAFFIC

Shyman A.P., Shyman M.V.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

Modern telecommunications systems are challenged by the increasing volume of heterogeneous traffic, which requires efficient queue management techniques to ensure high throughput and minimise latency. Challenges include ensuring quality of service (QoS) for different types of traffic in a resource-constrained environment.

To optimise resources in telecommunications networks, mathematical queuing models such as M/M/1 or M/G/1 are used. However, modern conditions require more complex models with many types of service. Queue management methods such as Priority Queuing and Weighted Fair Queuing require additional adaptation to changing network conditions.

Recent studies show the effectiveness of adaptive algorithms that change the processing strategy depending on the network state. The use of machine learning to predict loads and adjust the control strategy can increase efficiency during peak load conditions [1].

The integration of artificial intelligence methods allows queue management strategies to be adapted to new conditions without human intervention. Hybrid control models combining classical methods with artificial intelligence algorithms are promising, which significantly improves network efficiency.

Queue management in telecommunication systems requires the integration of classical and innovative methods, which will ensure optimisation of their efficiency in the future.

References:

1. Voronets, V., & Pustovoitov, P. (2024), "A method for forming a packet transmission plan at peak network load which reduces feedback", *Systems of Control, Navigation and Communications*, 2024, No. 1, 185, doi: 10.26906/SUNZ.2024.1.185.

RESAERCH OF THE EFFECT OF STRESS RELIEF TOOLS

Yakilevskyi B.O., Kalashnikov A.I., Mezherytskyi S.G.
National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

In today's society, people increasingly face stress, anxiety and psychological pressure. Games that offer emotional release and mental relaxation are becoming more popular. FurniCrush is not just a destruction game – it provides a therapeutic experience, letting players relieve stress through simulated furniture destruction for a sense of release and satisfaction.

The core mechanics of FurniCrush involve realistic furniture destruction in the game using collision physics. The player is equipped with an axe that can be used to interact with destructible objects in the apartment. When the colliders of the axe and the furniture touch, the process of object destruction is triggered, turning the entire furniture model into several fragments, accompanied by realistic sound effects.

Destroying virtual objects offers a form of catharsis, helping players release frustration and anxiety. With realistic destruction physics, FurniCrush lets users channel emotions safely and satisfyingly. Visual and sound rewards create a positive loop that aids emotional regulation and reduces stress. Unlike other games with complex storylines or challenges, FurniCrush offers simple and relaxing gameplay. Easy-to-learn controls make it accessible to players of all ages. Without complex strategies, players can enjoy the satisfying, repetitive action and enter a calming state of flow.

Key Features and Innovations:

1. Procedural Level Design for Variety: Each playthrough presents a unique destructible environment, reducing repetition and allowing players to experience an ever-changing world. This novelty factor helps maintain interest and reduces the risk of boredom, which is important for stress relief.

2. Cross-Platform Optimization: The game is available on multiple platforms, providing stress relief wherever you are – mobile, desktop or console.

3. Simple and Engaging Play: The core game mechanics are simple and rewarding, creating a low-stress environment that is perfect for both short breaks and longer relaxation sessions.

To confirm the effectiveness of FurniCrush in stress relief, we conducted a series of user surveys. Participants were asked to rate their stress levels before and after using the game. The graph below presents the survey results, showing the average reduction in stress levels among participants.

Initial tests show that players experience notable satisfaction from the destruction mechanics, often reporting reduced stress and improved mood after playing. Surveys conducted before and after gameplay revealed that most participants felt calmer after sessions, though the degree of stress relief varied. These findings suggest that FurniCrush has a generally positive emotional effect, offering players a simple and relaxing way to unwind.

СЕКЦІЯ 9
КОМП’ЮТЕРНІ НАУКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

9.5 МУЛЬТИМЕДІЙНІ ТА ІНТЕРНЕТ ТЕХНОЛОГІЇ І СИСТЕМИ

ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕГРАДАЦІЇ ЗОБРАЖЕННЯ 8-БІТНИХ ТА 10-БІТНИХ ВІДЕОКАМЕР ПРИ КОЛЬОРОКОРЕКЦІЇ

Бєліков І. С., Статкус А. В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Розробляється методика порівняльного аналізу та тестування якості відеоданих цифрових відеокамер з застосуванням 8-бітного та 10-бітного кодеку, спрямована на дослідження деградації зображення, спричиненої падінням бітності у процесі кольорокорекції.

Ключовою ***метою дослідження*** є встановлення характеру змін колірної інформації після застосування типових етапів постпродакшн-обробки, включаючи корекцію експозиції, контрасту, тіней, світел, а також баланс білого (WB). Увага зосереджена на можливостях компенсації помилок оператора зйомки, а саме некоректного вибору колірної температури під час відеозапису.

Дослідження ґрунтується на аналізі відеоматеріалів, відзнятих у контрольованих умовах із навмисним відхиленням балансу білого (WB) із кроком у 1000 Кельвінів (К) від встановленого (нормального) значення 5600К, з подальшим застосуванням однакових LUT-фільтрів і кривих корекції. Встановлено, що 10-бітне відео має суттєву перевагу в стійкості до кольорових артефактів після обробки, зокрема демонструє менший рівень постеризації в відео, краще збереження півтонів та можливість точнішої компенсації зміщеного балансу білого без помітної втрати деталізації. Для 8-бітного відео зафіксовано швидке падіння бітності та настання постеризації зображення, характерна поява смугастих зон на переходах полутонів і втрата коректної передачі кольору при активному редагуванні, що стає помітно гладачеві.

Обґрунтовано доцільність використання 10-бітних камер у професійному середовищі, особливо в умовах з обмеженим контролем освітлення чи на швидкісних зйомках, де не завжди можливо точно налаштувати баланс білого. Запропоновано підхід до визначення критичного рівня інтервенцій в кольорову шкалу для кожного типу бітності, що може стати базисом для алгоритмів попереднього аналізу відзнятого матеріалу. Практичне застосування результатів дослідження передбачає оптимізацію вибору формату відеозапису для конкретних сценаріїв зйомки та редагування, а також розробку адаптивних кольорокорекційних профілів для 8-бітного відео з урахуванням його обмежень.

Література:

1. Gonzalez, R. C., & Woods, R. E. (2008). *Digital Image Processing* (3rd ed.). Prentice Hall. 976 p.

2. Szeliski, R. (2010). *Computer Vision: Algorithms and Applications*. Springer.

3. Petrou, M., & Petrou, C. (2010). *Image Processing: The Fundamentals*. Wiley.

4. McCarty, J. J. (2009). *The Art of Digital Art*. Focal Press.

5. *Digital Painting Techniques: Practical Techniques of Digital Art Masters* (2010). 3D Total Publishing.

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ МОДЕЛЕЙ ЧАТ-БОТІВ НА БАЗІ АРХІТЕКТУР RNN ТА LSTM

Бердієва С. Х., Статкус А. В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У контексті стрімкого розвитку інформаційних технологій особливу увагу привертають інтелектуальні системи обробки природної мови, зокрема чат-боти (ЧБ). Інтеграція алгоритмів глибинного навчання (ГН) в такі системи дозволяє значно підвищити якість діалогової взаємодії.

Метою доповіді є дослідження застосування ГН у чат-ботах на основі поширених архітектурних моделей рекурентних нейронних мереж.

Моделі ГН в ЧБ використовуються для реалізації віртуальних помічників, автоматизованих систем підтримки клієнтів, освітніх платформ, систем первинного діагностування в медицині, а також як частина інтерфейсів користувача в складних інформаційних системах. Серед ключових науково-технічних викликів — забезпечення контекстної узгодженості відповідей, уникнення генерації семантично некоректних чи тривіальних реплік, вибір архітектурної моделі, що відповідає конкретним умовам використання, та забезпечення стійкості моделей до «шуму» в даних і нових типів запитів.

В якості методу дослідження впливу архітектурних особливостей рекурентних нейронних мереж (НМ) на якість роботи діалогової системи обрано експериментальний порівняльний аналіз ефективності ЧБ на основі архітектур RNN та LSTM.

Два відповідних прототипи ЧБ реалізовані на платформі PyTorch, яка порівняно з TensorFlow має простіший і більш інтуїтивний API і забезпечує динамічне обчислення графу, що спрощує налагодження та експерименти з архітектурами НМ і особливо корисне при розробці ЧБ. Для забезпечення сумісності результатів обидві моделі (RNN та LSTM) навчались на однаковому корпусі діалогів, який сформовано як JSON-файл з чіткою структурою "інтент – приклади – відповіді". Діалоги мали середню довжину у 5–8 слів і включали лексичне різноманіття, що дозволяло перевірити здатність моделей до узагальнення і коректної класифікації інтентів. Ефективність ЧБ визначалася об'єктивними метриками (perplexity, BLEU) і експертними оцінками семантичної повноти, логічної узгодженості та релевантності відповідей. З метою оцінки генералізаційних можливостей моделей також було враховано їх реакцію на нові запити, раніше не представлені в навчальному наборі.

RNN-модель показала гарні результати для коротких запитів, але поступалася при обробці складніших конструкцій або варіацій формулювань. LSTM-модель краще справлялася з довшими запитами і варіативністю мови завдяки здатності зберігати контекст на довших часових відрізках.

У разі розгортання ЧБ для реального інтернет-магазину, коли користувачі формулюють запити у довільній неструктурованій формі, рекомендується LSTM-архітектура, яка показала вищу адаптивність, точність і стійкість до шумів. Проте, якщо мова йде про обмежене середовище з чітко визначеними командами або умови обмежених обчислювальних ресурсів, – можлива реалізація простішого рішення на базі RNN.

ПОРІВНЯННЯ МОБІЛЬНИХ ТА КОМП'ЮТЕРНИХ ВЕРСІЙ ВІЗУАЛЬНИХ НОВЕЛ

Візбуліс І. Е., Статкус А. В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Візуальні новели отримують все більшу популярність серед як творців комп'ютерних ігор, так і безпосередньо гравців, а також привертають до ігрової сфери увагу нових користувачів, пропонуючи унікальний досвід взаємодії з сюжетною історією та її персонажами. При створенні та поширенні гри важливим є прийняття рішення про вибір пристроїв, на яких вона буде доступна. Класикою залишаються комп'ютерні платформи, але розвиток мобільних пристроїв також відкриває нові можливості для адаптації візуальних новел. Актуальність проблеми обирання між телефоном та персональним комп'ютером (ПК) полягає в необхідності максимально задовольнити потреби більшості потенційних гравців.

Обидва формати мають такий загальний напрямок застосування, як розвага гравця та ознайомлення його з певним сюжетом, але при більш близькому розгляданні має місце вузька орієнтація мобільних новел на процес гри в дорозі або під час коротких перерв, на спілкування з іншими гравцями завдяки інтегрованим елементам онлайн-спільнот або рейтинговим системам та на монетизацію через внутрішньоігрові покупки та рекламу. Візуальні новели на ПК створені для одноразової покупки без реклами та без покупок, для довготривалих ігрових сесій та більшого занурення в історію. Також вони мають більше простору для включення складних міні-ігор та інших інтерактивних елементів.

Тож в основні проблеми вибору між двома описаними форматами входять не тільки суто технічні складнощі (якість графіки, зручність користувацького інтерфейсу, розмір додатка), а й проводження аналізу інтересів цільової аудиторії з метою подальшого застосування відповідної моделі монетизації гри та адаптування темпу і довжини історії, інших можливостей гри до потреб користувачів. Для її вирішення корисно дослідити бета-версію створюваної гри на предмет доцільності випуску у певному форматі (мобільному або для ПК). Дослідження «Пошук оптимального формату випуску гри на основі вподобань потенційних гравців» може проводитися методом експерименту, в рамках якого бета-версія новели демонструється відібраним бета-рідерам – представникам різних груп цільової аудиторії з різними вимогами до гри – з метою отримати їх оцінки, відгуки та побажання щодо включення до кінцевого варіанту додаткового функціоналу. По завершенню експерименту може бути проведено голосування, в результаті якого на основі думок бета-рідерів остаточно обирається виключно основний формат та розробляється стратегія доробки новели відповідно до висунутих вимог. Оцінити результати дослідження дозволить повторна сесія експерименту з наступною версією гри: оцінки бета-рідерів порівнюються з попередніми, даючи уявлення про ступінь збільшення близькості гри до ідеалу у розумінні цільової аудиторії.

МОДЕЛЮВАННЯ ПЛАНУВАННЯ БЕЗПЕЧНИХ ПЕРЕМІЩЕНЬ ВІЙСЬКОВИХ КОЛОН З ВИКОРИСТАННЯМ ГРАФОВИХ АЛГОРИТМІВ

Волков Д. О., Кадацький Л. Ф., Татарінова О. А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасному військовому плануванні особливого значення набуває задача обґрунтованого вибору маршрутів переміщення підрозділів. При цьому критично важливим є урахування зовнішніх факторів, що можуть впливати на безпеку руху. Для вирішення таких задач ефективним є використання графових моделей дорожніх мереж, де вершини відповідають окремим точкам місцевості, а ребра — можливим шляхам між ними. Графова структура дозволяє відобразити топологію місцевості та властивості окремих маршрутів, включаючи напрямок руху, наявність ділянок з обмеженим доступом, ризики мінування тощо.

У межах даного дослідження реалізовано веб-додаток, що забезпечує побудову оптимальних маршрутів військових колон із урахуванням потенційних загроз. Основою алгоритмічного забезпечення є класичний алгоритм Дейкстри, який знаходить шляхи з мінімальною вартістю, та алгоритм ALT, що поєднує A* пошук з евристичним наближенням на основі попередньо обраних опорних точок. ALT-алгоритм дозволяє значно скоротити час пошуку за рахунок попередньої обробки структури графа.

Програмну архітектуру реалізовано за принципом клієнт-сервер. Серверна частина побудована з використанням FastAPI, що дозволяє ефективно опрацьовувати запити в асинхронному режимі та інтегрувати сучасні Python-бібліотеки. Для побудови графової моделі на основі геоданих з OpenStreetMap використано бібліотеку OSMnx, аналіз здійснено з використанням NetworkX. Клієнтська частина створена на основі React, що забезпечує динамічний інтерфейс. Для візуалізації маршрутів використано React-Leaflet. Компоненти інтерфейсу реалізовано за допомогою Material UI, що сприяє зручності користування. Взаємодія між клієнтською і серверною частинами реалізована через REST API.

Розроблений інструмент дозволяє інтерактивно формувати маршрути з урахуванням заданих критеріїв та обмежень, таких як початкові й кінцеві точки, проміжні позиції та області підвищеної небезпеки. Завдяки поєднанню графових алгоритмів і геоінформаційних технологій розроблений веб-додаток забезпечує точне моделювання маршрутів, що є основою для ухвалення тактично обґрунтованих рішень. Функціональність веб-додатку протестовано на типових сценаріях, що підтвердило його ефективність для задач військового планування в умовах фіксованих загроз.

ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ІНФОРМУВАННЯ НАСЕЛЕННЯ ПРО МІННУ НЕБЕЗПЕКУ

Гєрцев Д. В., Статкус А. В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В Україні склалася критична ситуація з мінно-вибуховими травмами населення. У зв'язку з тим, що територія постійно піддається як наземним, так і повітряним обстрілам, величезна кількість вибухонебезпечних предметів (ВНП) перебувають у навколишньому середовищі, створюючи небезпеку життю.

З 2014 року державні та міжнародні організації здійснюють інформування про мінну небезпеку за допомогою агітаційно-просвітницьких заходів, зокрема проведення лекцій, інформаційних кампаній у ЗМІ, поширення листівок, календарів, інформації в громадському транспорті, прямого спілкування з повідомленням, виставок з макетами цих предметів тощо. Головна мета таких заходів – шляхом поліпшення обізнаності людей знизити ризики, пов’язані з підривом ВНП. Але ефективність цих заходів виявляється недостатньою, оскільки люди ставляться до них несерйозно, а часто застаріле методичне та технічне забезпечення цих заходів не має належного впливу на громадян.

Метою доповіді є обговорення пропозицій, спрямованих на підвищення громадської обізнаності та особистої відповідальності щодо поводження з ВНП і ефективності запобігання вражень від ВНП.

Пропозиції базуються на широкому використанні сучасних інформаційних технологій і полягають в наступному:

– розробка безкоштовної навчальної комп'ютерної гри з певними сценаріями стосовно ВНП і поводження з ними для різних вікових категорій, що розсилається на мобільні пристрої громадян;

– розробка і впровадження чату психологічної підтримки й онлайн-консалтингу 24/7 для постраждалих, а також тих, хто перебуває в групі ризику;

– розробка 3D/4D-візуалізації ВНП, наслідків їх підриву й анімованих інструкцій та поширення її у суспільному просторі – за допомогою сучасних цифрових пристроїв можна здійснити імітацію торкання і наслідків підриву ВНП, але без зайвого натуралізму та психологічно важких зображень.

Певні аспекти цих розробок є предметом міждисциплінарного дослідження з залученням психологів, медиків, військових, фахівців МНС та поліції. Але потужний потенціал сучасних інформаційних технологій має бути повною мірою застосований для збереження життя і здоров'я громадян.

АЛГОРИТМ АДАПТИВНИХ ІНТЕРВАЛЬНИХ ПОВТОРЕНЬ ТА АРХІТЕКТУРА ЗАСТОСУНКУ

Глєбов Є. В., Заволодько Г. Е.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У роботі розглянуто питання створення інтелектуальної системи навчання на основі методу карток із використанням адаптивного інтервального повторення. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю індивідуалізації процесу запам'ятовування та забезпечення зберігання даних користувача в умовах масштабованих освітніх платформ.

Основними сферами застосування таких систем є вивчення мов, підготовка до сертифікації, навчання та інтеграція в системи дистанційної освіти. При цьому типовими проблемами є недостатня інтерактивність, відсутність персоналізації,, неефективне повторювання та недостатні функції для самоперевірки. Ці проблеми можуть зменшити ефективність навчання та залученість користувачів, тому важливо обирати застосунки, які їх усувають. Покращення алгоритмів вивчення та ефективне зберігання даних, включаючи використання баз даних для персоналізації контенту та підвищення інтерактивності, можуть значно поліпшити досвід користувачів і зробити процес навчання більш продуктивним.

У рамках роботи над системою аналізується ефективність різних стратегій повторення, зокрема алгоритму SuperMemo-2 та модифікованого адаптивного підходу, що враховує індивідуальні характеристики користувача: точність відповіді, час реакції та суб'єктивну складність. Будується архітектура, яка може підтримувати гнучку взаємодію з даними, швидке масштабування та подальший розвиток.

Система реалізована за допомогою Flutter для кросплатформної клієнтської сторони веб-версії та мобільного застосунку що разробляється на Android, а також FastAPI для серверної частини. Як сховище планується використовувати реляційну базу даних PostgreSQL.

Для кращого залучення користувачів до процесу вивчення та відслідковування особистого прогресу в роботі передбачено реалізацію розділу статистики з візуалізацією результатів, а також систему нагадувань. Окрему увагу приділено можливості інтеграції нагадувань із Google Календарем, що дозволить користувачам ефективніше планувати навчання у повсякденному розкладі.

На кінцевому етапі розробки демо-застосунку планується проведення серії експериментів для порівняння алгоритмів повторення, аналізу їх ефективності та впливу на швидкість запам'ятовування. Методологія включає реєстрацію поведінки користувача під час роботи з картками та аналіз зібраних даних з метою подальшого автоматизованого коригування траєкторії навчання.

Результати дослідження планується представити на завершальному етапі проекту. Отримані дані будуть використані для вдосконалення як алгоритмічної складової, так і загальної архітектури системи.

МУЛЬТИМЕДІЙНІ ІНСТРУМЕНТИ ТА ЦИФРОВА ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ

Заволодько Г.Е.[1], Білецька О.В.[2]

[1] ***Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків,***

[2]***ГО «Українська Жіноча Варта», м. Київ***

У сучасному освітньому середовищі мультимедійні технології та цифрові інструменти стають основою ефективного навчання. Цифрова безпека, у свою чергу, є критично важливою умовою відповідального використання цих інструментів. Цифрова грамотність є однією з базових умов ефективної діяльності як студентів, так і викладачів у цифровому освітньому середовищі. Це передбачає не лише використання інструментів, а й формування цифрового профілю, який відображає професійну ідентичність та репутацію. Сучасні наукові підходи акцентують на необхідності врахування етичних, соціальних та екологічних аспектів цифровізації освіти.

У контексті цифрових трансформацій в освіті важливим є не лише технічне володіння цифровими інструментами, а й формування культури безпечної та відповідальної поведінки в цифровому середовищі. Цифровий профіль викладача і студента стає не лише інформаційною оболонкою, а й інструментом академічної та професійної самореалізації за допомогою багатофункціональних освітніх платформ, які активно використовуються як у дистанційному, так і в змішаному навчанні. Серед інструментів сучасного навчання виділяють LMS-платформи, месенджери та корпоративні середовища. Вони дозволяють управляти курсами, отримувати сповіщення, вести спільну роботу над завданнями, організовувати інтеграцію з іншими сервісами. Особливу роль відіграють чат-боти та штучний інтелект, що допомагають у перевірці завдань, нотифікаціях, адаптивному навчанні та мікроосвіті.

Використання таких цифрових платформ передбачає формування і підтримку індивідуального цифрового профілю кожного учасника освітнього процесу. Цифровий слід — це не лише набір технічної інформації, а дзеркало професійної ідентичності, це усі дії, які залишаються в онлайні: від переглядів і лайків до завантажених файлів та участі в онлайн-заходах. Це не лише аналітичний ресурс для платформ, а й репутаційний актив для кожного.

Мультимедійні технології відкривають нові горизонти для навчання, проте водночас ставлять перед освітянами виклики, пов'язані з цифровою безпекою та відповідальністю. Кожен учасник освітнього процесу має усвідомлювати, що його цифровий слід формує професійну репутацію. Тому важливо впроваджувати внутрішні політики безпеки, проводити інструктажі для учнів і батьків, навчати цифрової етики та розвивати критичне мислення. Ці заходи сприятимуть формуванню культури відповідальної поведінки в цифровому середовищі, що є необхідною умовою для ефективного та безпечного використання сучасних технологій в освіті.

ІТ КЕЙС-ЧЕМПІОНАТ «BUSINESS INNOVATION CHALLENGE» В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОЇ ВЗАЄМОДІЇ

Заволодько Г. Е.[1] , Китайник В. С.[2]

[1] ***Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків*** ,

[2]***Kitrum, м. Київ***

Пандемія COVID-19 та подальша військова агресія проти України висунули нові виклики до організації освітнього процесу, особливо в умовах обмеженого офлайн-доступу. Однією з ефективних форм залучення студентів до активного навчання стали кейс-чемпіонати, які дозволяють не лише отримати прикладні знання, але й розвивати навички командної роботи, критичного мислення та презентації результатів. Перший міжнародний мультидисциплінарний кейс-чемпіонат «Business Innovation Challenge» (BIC 1.0), проведений у дистанційному форматі, був організований у Харкові і відбувся 12.02.2023 – 01.03.2023. Він продемонстрував високу ефективність використання адаптивних підходів в організації подібних заходів.

Організація чемпіонату ґрунтувалася на принципах проєктного навчання, гейміфікації та психологічної підтримки учасників. На підготовчому етапі було сформовано організаційну команду, розроблено правила, критерії оцінювання, кейс-завдання, а також створено інформаційно-комунікаційну інфраструктуру на базі багатофункціональної платформи обміну повідомленнями. Формування мультидисциплінарних команд із різних університетів дозволило змоделювати умови реального робочого середовища та сприяло розвитку soft- та hard-skills студентів.

На основному етапі проведено установчу онлайн-зустріч, де учасникам детально пояснили порядок роботи над кейсом. Команди організовували робочий процес самостійно протягом двотижневого циклу із постійною менторською підтримкою. Паралельно було організовано серію освітніх воркшопів, спрямованих на розвиток навичок проєктного менеджменту, бізнес-аналізу та ефективної комунікації. Використання елементів гейміфікації, таких як командні рейтинги, рефлексійні вправи та мотиваційні повідомлення, дозволило зберегти високий рівень залученості та знизити стресові навантаження серед учасників.

Фінальний етап передбачав підготовку командних відеозвернень із викладенням рішень, які оцінювалися незалежним журі за критеріями креативності, обґрунтованості, практичності та якості оформлення. Після відбору фіналістів відбулася заключна онлайн-презентація рішень. У чемпіонаті взяли участь 64 студенти з 7 університетів України, сформовано 25 команд, з яких 16 представили фінальні рішення. Студенти НТУ «ХПІ» посіли всі призові місця. Учасники здобули цінний досвід вирішення бізнес-завдань, розвитку командної роботи та презентаційної майстерності.

Застосована методика довела свою ефективність у кризових умовах завдяки інтеграції елементів гейміфікації, менторської підтримки та адаптивної комунікації. Отриманий досвід може бути використаний для організації подібних змагальних освітніх заходів у різних сферах.

ФОРМУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ЗАКОНІВ РОЗПОДІЛУ ВІДМОВ ТА ВІДНОВЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ЗАСОБАМИ ПРОГНОЗНОЇ АНАЛІТИКИ IIoT

Іванчихін Ю. В., Приймак М. О., Ткачов В. О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Промисловий Інтернет Речей (Industrial Internet of Things, IIoT) – це система об'єднаних комп'ютерних мереж та виробничих об'єктів з датчиками і програмним забезпеченням для збору та обміну даними з можливістю контролю і управління в автоматизованому режимі. Засобами сервісів аналітики даних IIoT при обробці великих масивів даних, що надходять з датчиків, відбувається створення стохастичної моделі потоку відмов та відновлень для автоматизації формування параметрів законів розподілу [1]. Так, нехай отримані емпіричні дані потоку відновлення від датчиків $\omega_B(t)$, але потрібен їхній аналітичний опис $f_B(t)$. Пропонується сформувати параметри функції φ-розподілу:

$$\varphi(x) = A \cdot \left[1 + \theta_4 \cdot \frac{(x-\theta_1)^2}{2\theta_2^2} \right] \cdot \exp\left[-\frac{(x-\theta_1)^2}{2\theta_2^2} \cdot (\rho + \theta_3 \cdot \operatorname{sgn}(x-\theta_1)) \right],$$

де A – коефіцієнт, θ_1- параметр математичного сподівання, θ_2- параметр дисперсії, θ_3- параметр асиметрії, θ_4- параметр ексцесу, ρ $-$параметр можливостей ϕ $-$розподілу [2,3]. Значення параметрів $\phi(x)$ -розподілу невід'ємні. Оптимізаційна задача – задача мінімізації інтегральної оцінки квадратів різниць емпіричних даних $\omega_B(t)$ та теоретичного розподілу $\phi(x)$ – вирішується модифікованим методом Нелдера-Міда. Ітераційно формується симплекс в просторі параметрів $(\mathrm{A}, \theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4, \rho)$, далі формується центр ваги фігури, залежно від відношень відбувається розтяг, відображення, стиск або редукція симплексу і так далі. Критерій зупинки алгоритму складовий, його компоненти мають різну вагу залежно від того, який характер функції $J(\mathrm{A}, \theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4, \rho)$ в околицях екстремуму. Отримані параметри функції $\phi(x)$ є шуканими параметрами щільності розподілу [2]. Таким чином, використання ϕ $-$розподілу дозволяє істотно автоматизувати формування закону розподілу часу відновлення в програмних засобах аналітики даних IIoT.

Література:

1. Tripathy B. Internet of Things (IoT): TeChnologies, AppliCations, Challenges and Solutions / B. Tripathy, J. Anuradha. – Florida: CRC Press, 2017. – 334 c.

2. Іванчихін Ю.В. Оцінка параметрів потоку відновлення елементів складних РЕС // Вісник Харківського державного політехнічного університету.–Харків: ХГПУ. – 2000.–Вп.121. – С.12–16.

3. Raskin, L.Sukhomlyn, Y.Ivanchikhin, J.Svjatkin. Semi-Markov reliability models // Advanced Information Systems. – 2021. – Vol.5, No.2. – P. 41–53.

ДОСЛІДЖЕННЯ АРХІТЕКТУРНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ВИСОКОНАВАНТАЖЕНИХ СИСТЕМ E-COMMERCE

Казьмін Д. О., Заволодько Г. Е.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Розвиток цифрових технологій та збільшення попиту на онлайн-покупки зумовлюють необхідність створення технічно надійних і масштабованих систем інтернет-магазинів. Оскільки різні типи бізнесу мають власні вимоги до функціональності, навантаження та швидкості масштабування, створення такого проекту вимагає ретельного вибору архітектурного підходу.

Поширені e-commerce платформи (зокрема Shopify, BigCommerce, Magento) пропонують високий рівень інтеграції з платіжними системами, аналітичними інструментами та маркетинговими сервісами. Вони надають користувачеві готові модулі для управління товарами, ціноутворенням, логістикою, звітністю й комунікацією з клієнтами. Вони здебільшого реалізовані як монолітна архітектура або модульні SaaS-рішення, де більшість компонентів системи щільно взаємопов'язані. Це спрощує початкове впровадження, але обмежує гнучкість, масштабованість та можливість адаптації під нестандартні бізнес-процеси.

На відміну від цього, сучасні мікросервісні та розподілені архітектури, що лежать в основі платформ Commercetools, Spryker, пропонують новий рівень модульності, коли кожен сервіс виконує конкретну бізнес-функцію (керування товарами, обробка платежів, рекомендації, доставка). Розподілена система дозволяє масштабувати лише ті частини застосунку, які дійсно піддаються навантаженню, а також впроваджувати нові функції без зупинки всієї системи. Саме архітектура "пріоритет мікросервісів" або "хмароорієнтована" є типовою для високонавантажених і масштабованих систем, орієнтованих на глобальний ринок, таких як Amazon, Netflix або Zalando.

Водночас, така архітектура вимагає складнішого керування — зокрема, оркестрації сервісів, централізованого логування, CI/CD-процесів і підвищеної уваги до безпеки та відмовостійкості.

Попри вищі початкові витрати на впровадження та підтримку, використання мікросервісної архітектури є доцільним у випадках, коли пріоритетом є гнучкість, адаптивність до зміни бізнес-вимог, високі вимоги до масштабування та надійності. Це особливо актуально для інтернет-магазинів, які планують активно зростати, впроваджувати нові сервіси, працювати з великим потоком клієнтів та динамічно реагувати на ринкові виклики.

Література.

1. Мікросервісна архітектура на прикладі мобільного додатку ReMnemo / Г. Е. Заволодько, В. В. Заволодько, О. О. Скляров, Є. В. Глєбов // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я = Information technologies: science, engineering, technology, education, health : тези доп. 32-ї міжнар. наук.-практ. конф. MicroCAD–2024, [22-25 травня 2024 р.] / ред. Є. І. Сокол. – Харків : НТУ "ХПІ", 2024. – С. 1213.
2. Prokhorenko, V., & Zavolodko, G. (2020). Структура CMS системи. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення у сучасних технологіях, (4(6), 77–81. https://doi.org/10.20998/2413-4295.2020.04.12

ОСОБЛИВОСТІ ВИЯВЛЕННЯ ВЕРТОЛЬОТІВ, ЗДІЙСНЮЮЧИХ ПОЛІТ НА МАЛІЙ ВИСОТІ НАД МОРСЬКОЮ ПОВЕРХНЕЮ

Карлов В. Д., Нос А. І.,
Струцінський О. В., Бєсова О. В.
Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків

Як відомо, боротьба з вертольотами, особливо з бойовими, являється активною задачею у сучасних умовах. Як показує досвід бойових дій послідніх років, успішна боротьба з вертольотами можлива лише на основі ретельно організованої та проведеної розвідки у цілях своєчасне виявлення цих літальних апаратів сповіщення військ про їх наближення.

Враховуючи цей факт, що в основному вертоліт здійснює політ на малий висоті, у дійсний час, як і завжди, актуальною задачею являється задача збільшення дальності виявлення. При цьому традиційні методи збільшення дальності виявлення радіотехнічних систем (РТС) за рахунок збільшення висоти підйому антени не завжди оказується ефективним, враховуючи рельєф місцевості в Україні.

У зв'язку з тим, найбільш прийнятним являється збільшення дальності виявлення вертольотів, за рахунок використання тропосферних радіохвильоводів. У докладі приводяться результати експериментальних робіт по встановленню часу існування тропосферних радіохвильоводів у східній частині України.

В якості експериментальних досліджень, були використані данні, які отримані на РЛС 19Ж6, яка розташована у східній частині України. Отримана інформація дозволила збільшити час, необхідний на розпізнання виявлених цілей, що знаходяться в межах тропосферного радіохвильоводу, що дозволили забезпечити необхідне для проведення у бойову готовність засобів знищення вертольотів супротивника.

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ СТАБІЛІЗАЦІЇ СТВОЛІВ В СИСТЕМАХ ДИСТАНЦІЙНОГО КЕРУВАННЯ ОЗБРОЄННЯМ

Карлов В. Д.[1], Присяжний А. Є.[1], Присяжний В. А.[2]
[1]*Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків,*
[2]*ФОП Присяжний В.А., м. Харків*

В умовах ведення бойових дій для ефективної протидії противнику важливою задачею є збереження особового складу бойових розрахунків та забезпечення їх сучасними засобами озброєння. Зменшення вірогідності загибелі особового складу можливе шляхом дистанційного керування стрільбою. Також питання стабілізації стволів стрілецької зброї має велике значення для підвищення точності стрільби і забезпечення ефективності використання стрілецької зброї на полі бою, особливо коли необхідна точність на великих відстанях або при тривалих серіях пострілів і в умовах, коли зброя використовуватиметься на різних мобільних платформах (наприклад, в автомобілях, на бронетехніці, на кораблях або літальних апаратах), і необхідно зменшити вплив різних факторів на точність стрільби.

В доповіді розглянуті різні способи стабілізації стволів стрілецької зброї, але підкреслено що найбільш ефективними на даний момент є автоматичні електронні системи стабілізації, які компенсують рухи зброї і дозволяють більш точно стріляти, навіть коли зброя перебуває на рухомих платформах.

Проаналізовані переваги електронних систем стабілізації, показані їх основні компоненти та принцип роботи. Важливою частиною є програмне забезпечення, що відповідає за точне обчислення коригувальних рухів. На основі даних від інклінометра мікропроцесор обчислює необхідні коригування для компенсації рухів і стабілізації стволів. Ця система працює в реальному часі, миттєво коригуючи рухи стволів, щоб підтримати їх на цілі. Актуаторами, що здійснюють коригування в необхідному напрямку, слугують ті ж самі серводвигуни системи дистанційного наведення стрілецької зброї на ціль, що суттєво зменшує собівартість виробу. Показано приклад практичного застосування такої системи з демонстрацією відповідного відеоматеріалу. Розглянутий варіант практичної реалізації системи стабілізації ствола великокаліберного кулемету Browning M2 на платформі з дистанційним керуванням.

Таким чином, системи дистанційного керування озброєнням з електронними системами стабілізації значно змінюють підхід до точності і процесу стрільби в умовах сучасного бою, дозволяючи робити це більш ефективно й на великих відстанях. За розглянутими алгоритмами дистанційного керування стрілецькою зброєю з системою стабілізації можлива побудова автономних рухомих роботизованих систем стрілецької зброї на самохідних дистанційно керованих шасі.

СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ ЗБОРУ, СТРУКТУРУВАННЯ ТА ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ПОДІЙ ДЛЯ АНАЛІТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Кожевніков Г. К., Власенко В. С., Матяш О. Ю.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Із розвитком цифрових технологій та інформаційних потоків зростає потреба в систематичному зборі та обробці великої кількості подій для подальшого аналізу. Особливо це актуально у сфері моніторингу новин, соціальних змін, економічних подій, де вчасна обробка даних є критично важливою для прийняття рішень. Попри наявність великої кількості інформаційних ресурсів, залишається проблема відсутності уніфікованої та масштабованої системи, яка б дозволяла автоматизовано збирати, структурувати та візуалізувати події для подальших аналітичних досліджень.

Метою розробки є створення універсальної програмної системи, яка дозволяє ефективно організовувати потік подій з обраного джерела, зберігати їх у зручному форматі та надавати можливості для гнучкої візуалізації та аналізу.

У процесі реалізації проєкту були вирішені такі основні завдання: проаналізовано існуючі рішення для збору та візуалізації подій; сформовано вимоги до архітектури системи; розроблено модулі збору та обробки даних з API обраного інформаційного джерела; реалізовано схему структурування подій у базі даних; реалізовано алгоритм, який автоматично запускається у запланований час та виконує збір даних їх обробку та занесення до бази даних; створено вебінтерфейс для візуалізації та фільтрації подій; систему протестовано на прикладі збору новинних подій за різні часові проміжки, а також здійснено перевірку пошуку та візуалізації подій у вибраних діапазонах дат. Зважаючи на важливість якості обробки інформації, значну увагу було приділено вибору інструментарію. Для створення програмного забезпечення системи було обрано мову програмування Python, оскільки вона дозволяє швидко розробляти програми та має інтеграцію з багатьма бібліотеками. Як бекенд було використано FastAPI з підтримкою Celery для асинхронної обробки даних та створення відкладених завдань, PostgreSQL як надійну реляційну СУБД, ORM SQLAlchemy – для взаємодії з таблицями бази даних через об'єкти Python, Redis — для управління чергами задач, Alembic – для міграції бази даних. Збір даних реалізовано через інтеграцію з API The Guardian, а також експериментальні підключення до інших новинних джерел. Для семантичного аналізу та категоризації подій у проєкті використано модель штучного інтелекту facebook/bart-large-mnli, яка дозволяє класифікувати події за заданими категоріями на основі текстового змісту. На фронтенді реалізовано зручний інтерфейс для роботи з подіями: пошук, фільтрація та інтерактивна візуалізація. Інтерфейс побудовано з використанням HTML, CSS, JavaScript та бібліотеки Chart.js. Архітектура системи дозволяє легко масштабувати її на більші обсяги даних або підключати нові джерела через API відповідно до вимог їх документацій.

У доповіді розглядається архітектура розробленої системи, демонструється приклад її застосування в контексті новинного моніторингу та описується порядок її подальшої експлуатації та розвитку.

ПОБУДОВА ВИСОКОНАВАНТАЖЕНОГО ВЕБ ЗАСТОСУНКУ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ

Кожевніков Г. К., Ткачов В. О., Матяш О. Ю.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасному інформаційному середовищі, де стрімко розвиваються цифрові технології, зростає необхідність у швидкому та надійному обміні даними між різноманітними системами та користувачами. Завдяки інноваційним технологіям створюється можливість кардинального удосконалення процесів комунікації, що є критично важливим для підвищення ефективності сучасних інформаційних систем. Метою даного дослідження є розробка концепції та прототипу високонавантаженого веб-застосунку реального часу для забезпечення оперативної двосторонньої комунікації у системах, що працюють під інтенсивним навантаженням.

Матеріал і методи. У дослідженні пропонується архітектурне рішення, яке базується на використанні ASP.NET Core [1] для серверної частини, Blazor WebAssembly для клієнтського інтерфейсу та SignalR для реалізації двосторонньої комунікації в режимі реального часу [2]. Обрана технологічна база забезпечує можливість застосування асинхронного програмування, ефективного кешування та балансування навантаження, що сприяє зниженню часу відгуку системи. Крім того, впровадження сучасних методів аутентифікації та авторизації (OAuth, JWT) гарантує захист даних і безпечний обмін інформацією між компонентами системи.

Результати. У доповіді розглядаються особливості та обмеження існуючих рішень, засоби підвищення ефективності високонавантажених веб-застосунків реального часу, реалізація серверної частини (REST API, SignalR, Identity) [1, 2], реалізація клієнтської частини (Blazor WebAssembly), результати проведення функціонального та навантажувального тестування.

Аналіз потенціалу обраних технологій, а також попередні пілотні оцінки умов застосування показують, що запропонована модель здатна забезпечити обробку великої кількості одночасних запитів з мінімальними затримками. Запропоноване рішення має міцний потенціал для подальшого розвитку до повноцінного прототипу з модульною системою автоматичного масштабування та розширеними можливостями моніторингу.

Висновок. Запропонована концепція створює перспективну основу для побудови високонавантаженого веб-застосунку реального часу, здатного ефективно обробляти великі обсяги даних за умов пікових навантажень. Подальші дослідження спрямовані на вдосконалення алгоритмів оптимізації та інтеграцію з хмарними сервісами з метою впровадження автоматизованого масштабування, що дозволить забезпечити ще кращу продуктивність і стійкість системи в умовах реального експлуатаційного навантаження.

Література:

1. Microsoft Corporation. ASP.NET Core Documentation. Available at: https://learn.microsoft.com/en-us/aspnet/core. Accessed: [Date]

2. Microsoft Corporation. SignalR for ASP.NET Core. Available at: https://learn.microsoft.com/en-us/aspnet/core/signalr. Accessed: [Date].

АНАЛІЗ АРХІТЕКТУРИ ДЛЯ ПОКРОКОВОЇ БАГАТОКОРИСТУВАЦЬКОЇ ГРИ

Коломієць К. О., Заволодько Г. Е.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Процес створення будь-якого програмного продукту, зокрема гри, є складним багаторівневим завданням, що потребує планування. Критично важливим етапом планування є визначення архітектури системи і взаємозв'язків між її компонентами до початку безпосередньої реалізації окремих модулів.

Для аналізу існуючих архітектурних підходів було відібрано ігри, що мають подібні характеристики до проєкту, який розробляється. Було виявлено, що базовою є клієнт-серверна архітектура (це було доведено її наявністю) в іграх Uniwar *(2009),* Kings Bounty: Crossworlds *(2010),* Chaos Reborn *(2015),* Warhammer 40k Gladius *(2018),* Fantasy General 2 *(2019),* Tactics Ogre Reborn *(2022),* Symphony of War *(2022),* Age of Wonders 4 *(2023),* Songs of Conquest *(2024).* Значна частина сучасних представників жанру реалізована на рушії Unity, що підкреслює його універсальність для покрокових тактичних стратегій. При цьому в іграх з розвиненою багатокористувацькою складовою переважає клієнт-серверна модель. Такий підхід забезпечує високий рівень надійності, стабільності та продуктивності, проте вимагає додаткових витрат на утримання серверної інфраструктури.

Альтернативним варіантом є однорангова (peer-to-peer) архітектура, що використовується у старіших або менш вимогливих до мережевих ресурсів проектах, наприклад, в іграх Heroes of Might and Magic III *(1999)* та Civilization VI *(2016).* Цей підхід характеризується гнучкістю та меншими фінансовими витратами, однак має обмеження щодо захисту даних, а також залежить від продуктивності клієнтських пристроїв та якості їх мережевого з'єднання.

Враховуючи результати аналізу, для розроблюваної гри, в якій передбачається участь двох гравців у межах ігрової сесії з відносно простою сценою та помірною кількістю об'єктів для синхронізації, але водночас із високими вимогами до стабільності та точності передавання даних, доцільним є застосування гібридної клієнт-серверної моделі. У цій моделі функції сервера покладаються на одного з клієнтів (хост), який відповідає за обробку і збереження даних, їх синхронізацію між учасниками сесії, а також забезпечення базового рівня безпеки.

Література:

1. Технологія ефективного розподілення ресурсів серверу в онлайн іграх [Електронний ресурс] : результат інтелектуальної діяльності / Сумцов В.І., Заволодько Г.Е. - Харків : [б. в.], 2022. - Деп. у ДНТБУкраїни 14.12.2022, №306 – РІД/Ук 2022 (без оприлюднення)

2. Zavolodko H., Kasilov O. Interactive Tools in Online Education. *Digital Platform: Information Technologies in Sociocultural Sphere*. 2020. Vol. 3, no. 1. P. 11–21. URL: https://doi.org/10.31866/2617-796x.3.1.2020.206094 (date of access: 12.04.2025).

3. Сумцов В.І. Аналіз існуючих онлайн ігор "Мафія" / В.І. Сумцов, Г.Е. Заволодько // Інформатика, управління та штучний інтелект: тези 7-ї міжнар. наук.-техн. конф., Харків – Краматорськ, 17-19 листопада 2020 р./наук. ред. ВД Дмитрієнко; Нац. техн. ун-т" Харків. політехн. ін-т".– Харків: Тарасенко ВП, 2020.–С. 67

МОДЕРНІЗАЦІЯ ДИЗАЙНУ МЕДИЧНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ СУЧАСНИХ UX/UI-ПІДХОДІВ

Корольова Я. Ю., Берестова А. О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сучасне медичне програмне забезпечення відіграє ключову роль у забезпеченні безперебійної роботи медичних закладів, впливаючи як на ефективність прийняття рішень, так і на якість взаємодії персоналу з системами. Проте велика кількість таких систем досі базується на застарілих інтерфейсах, що ускладнює процеси навігації, обробки даних та взаємодії з користувачем. Проведений аналіз показав, що основними проблемами є перевантаженість інтерфейсів, низький рівень доступності та відсутність гнучких сценаріїв взаємодії для різних груп користувачів. Виходячи з цього, раціонально розглянути роль UX/UI-дизайну як чинника підвищення ефективності використання медичного програмного забезпечення (ПЗ). Це допомогло виявити, що застосування людиноцентричних підходів у проєктуванні інтерфейсів сприяє зменшенню помилок, економії часу та підвищенню задоволеності користувачів. Для реалізації модернізації було запропоновано оновити інтерфейс медичної інформаційної системи. Визначити функціональні та нефункціональні вимоги, провести аналіз сценаріїв взаємодії, побудувати інформаційну архітектуру, створити прототипи (low-fi та high-fi), а також обрати візуальний стиль з урахуванням принципів доступності. Створена дизайн-система базується саме на сучасних UI-фреймворках, зокрема використано Figma Variables для керування токенами інтерфейсу, що забезпечує швидке масштабування і підтримку різних тем оформлення. Проведено юзабіліті-тестування з реальними користувачами, результати якого засвідчили скорочення часу на виконання типових задач, зменшення кількості помилок та підвищення рівня задоволеності медичного персоналу. Порівняльний аналіз до та після редизайну підтвердив позитивний вплив UX/UI-модернізації на продуктивність роботи. Оптимізація рішень відбулася на основі фідбеку користувачів, зокрема впроваджено адаптацію інтерфейсу під різні категорії співробітників (лікарі, реєстратори, лаборанти). У підсумку доведено, що впровадження сучасного дизайну в медичне ПЗ не лише підвищує зручність користування, а й суттєво впливає на ефективність функціонування всієї установи. Робота може слугувати прикладом для подальших ініціатив з модернізації цифрових рішень у галузі охорони здоров'я.

Література:

1. Johnson J. *Designing with the Mind in Mind: Simple Guide to Understanding User Interface Design Guidelines*. – 3rd ed. – Morgan Kaufmann, 2020. – 250 p.
2. Nielsen J. *Usability Engineering*. – San Diego: Academic Press, 1994. – 362 p.

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ СТВОРЕННЯ ПЕРСОНАЛЬНОГО САЙТУ-РЕЗЮМЕ

Корольова Я.Ю., Савченко Д. В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сучасний ринок праці вимагає від фахівців не тільки професійних навичок, але й уміння ефективно презентувати свої здобутки та компетенції. Персональний сайт-резюме є потужним інструментом самопрезентації, що дозволяє вирізнитися серед конкурентів. Тому сучасний підхід до створення інтерактивного персонального сайту-резюме з використанням передових веб-технологій та тривимірної графіки є актуальною задачею. Аналіз ринку показав, що сучасні персональні сайти-резюме еволюціонували від статичних HTML-сторінок до повноцінних інтерактивних веб-додатків з динамічним контентом та вдосконаленими користувацькими інтерфейсами. Основними тенденціями є використання адаптивного дизайну, односторінкових додатків (SPA), мікроанімацій та інтерактивних елементів, що підвищують залученість користувачів. Дослідження інструментів для створення інтерактивного користувацького інтерфейсу виявило, що сучасні JavaScript-фреймворки (React, Vue.js, Angular) значно спрощують розробку динамічних компонентів UI. Для стилізації компонентів найефективнішими є підходи на основі CSS-in-JS (Styled-components, Emotion) та utility-first фреймворки (Tailwind CSS), що забезпечують гнучкість розробки та перевикористання стилів.

Впровадження тривимірної графіки на веб-сайтах стало доступнішим завдяки бібліотеці Three.js, яка абстрагує складність WebGL. Проведений аналіз можливостей Three.js показав, що бібліотека дозволяє ефективно інтегрувати в персональний сайт 3D-моделі, анімації та інтерактивні сцени з оптимальною продуктивністю. Визначено основні підходи до оптимізації 3D-контенту для різних пристроїв та браузерів. Порівняльний аналіз технологій продемонстрував, що для персонального сайту-резюме найбільш ефективною є комбінація React для створення інтерфейсу, Three.js для 3D-компонентів, та Tailwind CSS для стилізації. Така комбінація дозволяє досягти балансу між інтерактивністю, візуальною привабливістю та швидкодією. Альтернативні підходи (статичні генератори сайтів, WordPress) виявилися менш гнучкими для створення унікальних інтерактивних інтерфейсів. Запропонована технологія розробки персонального сайту-резюме передбачає використання компонентного підходу, що забезпечує модульність коду, а також інтеграцію системи керування контентом для зручного оновлення інформації без необхідності змін у коді. Це дозволяє створити сучасний, інтерактивний та легкий у підтримці веб-ресурс для ефективної самопрезентації на ринку праці.

Література:

1. Brian Danchilla Beginning WebGL for HTML5 // Three. js framework pp 173–203
2. Songtao Chen, Upendar Rao Thaduri, Venkata Koteswara Rao Ballamudi Front-End Development in React: An Overview

СТВОРЕННЯ 3D-МОДЕЛІ ПЕРСОНАЖА НА ОСНОВІ 2D-РЕФЕРЕНСУ ДЛЯ ГРИ АБО АНІМАЦІЙНОГО ПРОЄКТУ

Корольова Я. Ю., Сімон М. Ю.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Розглядається процес розробки тривимірної моделі персонажа на основі 2D-референсу за допомогою програми Blender, що є універсальним інструментом, який дозволяє створити повноцінного персонажа "від нуля до анімації". Такий підхід є актуальним у сфері розробки ігор, анімацій та CGI, де важливо мати персонажів із впізнаваним стилем, а також із технічною готовністю до процесу побудови скелету й анімації.

Весь процес створення тривимірної моделі персонажа можна поділити на наступні етапи:

– підготовка 2D-референсу, який використовується як фонове зображення в робочій сцені Blender;

– формування базової сітки голови та обличчя персонажу за допомогою скульптингових інструментів Blender, причому особлива увага приділяється деталям – очам, повікам, носу, губам і вухам. Всі ці елементи виконується вручну, орієнтуючись на анатомічну точність і візуальну схожість із оригінальним персонажем;

– моделювання тулуба та кінцівок, дотримуючись пропорцій, характерних для вибраного образу;

– ретопологія попередньо розробленої моделі вручну або за допомогою інструментів Blender. Це дає змогу зменшити кількість полігонів, не втрачаючи якості, і підготувати модель до анімації або експорту в ігрове середовище;

– створення UV-розгортки для подальшого текстурування;

– моделінг зачіски та одягу. Для зачіски використовується Particle System або геометричні об'єкти, залежно від стилю персонажа. Одяг можна створити як вручну, так і за допомогою модифікатора Cloth.

Таким чином, весь технологічний процес створення персонажа від початку до кінця виконується в Blender без використання стороннього програмного забезпечення. Це дозволяє суттєво заощаджувати час розробки, повністю контролювати всі етапи створення персонажа та досягти цілісного та якісного результату – повноцінної 3D-моделі персонажа з усіма деталями.

В результаті поєднання креативного підходу та його технічного опрацювання засобами сучасного 3D-моделювання створюється модель, яка зберігає стиль 2D-референсу та може бути використана для анімації, візуалізацій або інтеграції в ігрові рушії.

ВИКОРИСТАННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ НАДРЕФРАКЦІЙНОГО РОЗПОВСЮДЖЕННЯ РАДІОХВИЛЬ ДЛЯ ЗБІЛЬШЕННЯ ДАЛЬНОСТІ РАДІОЛОКАЦІЙНОГО СПОСТЕРЕЖЕННЯ НАДВОДНИХ ТА ПОВІТРЯНИХ ОБ'ЄКТІВ

Кузнєцов О. Л., Нос А. І., Лукашук О. В.
Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків

Дальність виявлення надводних та повітряних об'єктів, які спостерігаються радіолокаторами приморського базування, є обмеженою дальністю прямої видимості. Своєчасне отримання інформацій про поточний стан тропосфери обумовлює можливість подальшого використання особливостей надрефракційного розповсюдження радіохвиль, зокрема за межи дальності прямої видимості радіолокатору. Технічно зручним та економічно доцільним способом даного отримання є аналіз сигналів автоматичної системи ідентифікації суден AIS (Automatic Identification System), обладнання якими є обов'язковим для всіх суден відповідно до Міжнародної конвенції з охорони життя людини на морі. Аналіз характеристик вказаних сигналів дає можливість прогнозування умов стійкого існування тропосферних радіохвилеводів над морською поверхнею та відповідного збільшення дальності виявлення надводних та повітряних об'єктів.

Доповідь присвячена аналізу можливостей використання механізмів надрефракційного розповсюдження радіохвиль з метою підвищення дальності радіолокаційного спостереження надводних та повітряних об'єктів за рахунок своєчасного отримання інформації про стан тропосфери за допомогою сигналів автоматичної системи ідентифікації суден AIS.

РОЗРОБКА ОХОРОННОЇ СИСТЕМИ РОЗУМНОГО БУДИНКУ ЗА ДОПОМОГОЮ МІКРОКОНТРОЛЕРА ARDUINO

Курилов С. М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Розумний будинок – це злагоджено працююча система, яка робить повсякденне життя людини простішим та комфортнішим. Завдяки новітнім технологіям можна відчувати себе у безпеці та автоматизувати всі домашні процеси.

Актуальність теми полягає в створенні доступної для звичайного користувача сигналізації «розумного будинку» з використанням мікроконтролера Arduino, що застосовується як надійна та недорога охоронна система.

Дана охоронна система є бюджетною та перспективною. Особливою перевагою її є можливість налаштування під власні потреби, здійснення сповіщення та керування нею за допомогою смартфона. Існує можливість додати бездротовий модуль Wi-Fi або GSM для дистанційного сповіщення про спрацювання сигналізації.

Основний недолік такої системи – висока вартість компонентів. Було розглянуто наступні програмні забезпечення: Flutter, Arduino та Home Assistant. Найкращим варіантом визнано програмне забезпечення Arduino, яке при високій енергоефективності та компактності має доступну вартість.

Охоронна система з мікроконтролером Arduino має вбудовану архітектуру з відкритим програмним кодом та датчиками руху. Через середовище розробки Arduino IDE платформа програмується за допомогою власного діалекту мови C++. Для налаштування розробленої системи під особисті потреби можливе підключення бюджетних датчиків та зовнішніх пристроїв керування. Система може бути використана для надійного захисту власності при обмеженому бюджеті.

ДЕЯКІ ІННОВАЦІЙНІ ПИТАННЯ ТА ЗАСТОСУВАННЯ ПРИНЦИПІВ БЕРЕЖЛИВОСТІ ПРИ СТВОРЕННІ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Кучеренко Ю. Ф., Возний О. О.
Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків

Кількість впровадження різноманітних державних інформаційних систем (ІС) у всіх сферах діяльності нашої країни постійно зростає, особливо це стало помітним за останні десять років. Процес створення ІС відбувається з метою забезпечення безперервного процесу управління на різних рівнях державного (воєнного) управління. Якісна реалізація таких складних, об'ємних та вартісних проектів пов'язана з вирішенням деяких інноваційних питань та застосуванням принципів бережливості, а тому визначення деяких інноваційних аспектів і застосування принципів бережливості при створенні ІС має певне актуальне значення.

Метою доповіді є визначення деяких питань інноваційної діяльності та застосування принципів бережливості при створенні ІС, що направлено на впровадження ІС відповідної якості і з високим науково-технічним рівнем.

В доповіді визначено, що для якісної реалізації проекту створення ІС необхідно детально підійти до визначення її обліку (проектної моделі, яка буде не гірше за відомі аналогічні іноземні системи) та відповісти на питання щодо необхідності, доцільності та можливості її створення з визначеним науково-технічним рівнем. Потім необхідно визначити комплекс інноваційних заходів при створенні відповідної ІС, які повинні вестися за напрямками, як то: організаційно-функціональним; технологічного забезпечення; фінансового забезпечення; інформаційного забезпечення. В ході реалізації проекту для скорочення загальних витрат і своєчасного впровадження ІС необхідно застосовувати різні принципи (методи) бережливості, а саме: мережевого планування; управління вартістю проекту; управління проектними ризиками.

Одночасне вирішення вказаних інноваційних питань і використання принципів бережливості дозволяє реалізувати динамічний підхід щодо управління проектом створення ІС і забезпечить його якісну реалізацію.

Література:

1. Гриб Д. А., Демідов Б. О., Кучеренко Ю. Ф., Хмелевська О. А., Грідіна В. В., Міхальова Л. В. Еволюційно-інноваційний підхід до розробки складних зразків озброєння і військової техніки, до формування і реалізації стратегії розвитку систем озброєння збройних сил держави. *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України.* 2017. № 4(29). С. 11-25.
2. Кучеренко Ю. Ф., Носик А. М., Камак Д. О., Першина Е. Ю. Концептуальні положення щодо управління проектом зі створення мережецентричної системи управління військового призначення. *Випробування та сертифікація*. 2023. № 1(1). С. 48 – 55.

НЕОБХІДНІСТЬ РОЗРОБКИ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ В ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

Кучеренко Ю. Ф., Александров О. В.
Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків

На сьогодні, одним з першочергових завдань є не тільки ефективна боротьба з ворогом на полі бою, але і забезпечення інформаційної безпеки держави в умовах ведення Російською Федерацією інтенсивного інформаційного протиборства в інформаційній сфері нашої країни проти різних інформаційних систем (ІС) та державних електронних ресурсів [1], а тому розробка системи захисту інформації в ІС має дуже актуальне значення.

Метою доповіді є розгляд питання стосовно забезпечення інформаційної безпеки в ІС, що впроваджуються, за рахунок розробки відповідної системи захисту інформації (СЗІ), що в них циркулює.

В доповіді запропонований розгляд деяких аспектів щодо розробки СЗІ в ІС, що функціонують в умовах ведення жорсткого інформаційного протиборства. Вирішення питання щодо надійного захисту інформації, що циркулює в ІС, можливо лише завдяки комплексного підходу щодо раціонального використання програмно-апаратних (програмних, апаратних) засобів захисту інформації та відповідних (з врахуванням призначення конкретної системи) організаційно-технічних заходів, що будуть реалізовані у відповідній СЗІ даної системи [2]. При розробці СЗІ розробникам необхідно по-перше, визначити політику інформаційної безпеки, а саме які методи побудови політики безпеки вибрати (дискреційний або мандатний). По-друге, не менш важливим завданням при розробці СЗІ є вирішення питань захисту від несанкціонованого доступу до ІС, а саме здійснення ідентифікації та аутентифікації користувачів. По-третє, необхідно прийняття певних заходів стосовно захисту від витоку інформації по технічним каналам (засобам зв'язку), з метою унеможливлення її витоку, за рахунок приховування демаскуючих ознак, встановлення активних джерел впливу на технічні канали збору інформації та таке інше.

Розглянуті деякі аспекти щодо розробки СЗІ в державних ІС дозволять здійснити впровадження цих систем, що будуть надійно функціонувати в умовах ведення жорсткого протиборства в інформаційній сфері.

Література:

1. Кучеренко Ю. Ф., Александров О. В., Носик А. М., Возний О. О. Концептуальні положення щодо ведення інформаційної боротьби в інформаційній сфері при веденні сучасних війн. Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил. 2023. № 3(77). С. 19-27.

2. Кучеренко Ю. Ф., Власік С. М., Сальник О. В, Воробйов О. Г. Методологічні аспекти щодо розробки системи захисту інформації в системах управління військового призначення. Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил. 2022. № 2(72). С. 65-70.

ПІДГОТОВКА 3D ПРИНТЕРА ДО ДРУКУ

Лазовіков І. М.
Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків

Технологія 3D-друку відкриває безмежні можливості для творчості, інженерії та виробництва. Однак навіть найкраща ідея може бути не реалізована, якщо під час підготовки моделі до друку не приділити достатньо уваги налаштуванням 3D-принтера.

3D-принтер – це пристрій, який створює об'ємні об'єкти шляхом пошарового нанесення матеріалу відповідно до цифрової моделі. Існує кілька технологій 3D-друку, але найпоширенішою є FDM (Fused Deposition Modeling), де розплавлений пластиковий філамент (матеріал) видавлюється через нагріте сопло і наноситься шар за шаром, формуючи кінцевий виріб [1].

Основними елементами FDM-принтера є рама, екструдер, робочий стіл та екран керування. Рама – це жорстка конструкція, що забезпечує стабільність 3D-принтера. Екструдер подає пластик у хотенд, який його нагріває і розплавляє, після чого матеріал виходить через сопло. Друк здійснюється на платформі, яка іноді підігрівається для кращого зчеплення першого шару. Керування принтером відбувається через сенсорний дисплей [2].

Процес підготовки 3D-принтера до друку починається з калібрування нульової висоти сопла. Цей процес полягає в регулюванні відстані між соплом та столом у нульовій координаті Z. Від правильності калібрування відстані між столом і соплом буде залежати якість першого шару друкованого виробу.

Наступний етап – калібрування подачі філаменту, під час якого принтер видавлює певну кількість пластику, регулюючи швидкість потоку матеріалу. Цей тип калібрування бажано проводити для кожного матеріалу окремо, оскільки густини цих матеріалів можуть сильно відрізнятися.

Для деяких принтерів є можливість додатково провести автоматичне налаштування крокових двигунів, під час якого принтер робить серію різких прискорень усіх рухомих частин по черзі, регулюючи рівень шуму двигунів.

Усі ці аспекти налаштування 3D-принтера безпосередньо впливають на якість друкованого виробу, оскільки навіть ідеально підготована для друку модель може друкуватися з різними дефектами, якщо принтер буде налаштовано некоректно.

Література:

1. Що таке 3D-принтер: технології, можливості та застосування. Easy 3D Print. URL: https://easy3dprint.com.ua/uk/shho-take-3d-printer/ (дата звернення: 04.03.2025).

2. A1 introduction. Bambu Lab Wiki. URL: https://wiki.bambulab.com/en/a1/manual/intro-a1 (date of access: 04.03.2025).

ОГЛЯД МЕТОДІВ ФОРМУВАННЯ БАГАТОЧАСТОТНИХ СИГНАЛІВ РЛС ВИЯВЛЕННЯ МАЛОВИСОТНИХ ЦІЛЕЙ

Леонов І. Г., Коржов А. М.

Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків

Пристрої формування багаточастотних сигналів (БЧС) повинні реалізовувати задану комплексну огинаючу або комплексний спектр формованих сигналів. Необхідність точного формування призводить до побудови радіопередавачів за принципом збудник (формувач) – підсилювач потужності. Така архітектура передавача дозволяє розділити функції формування і підсилення і тим самим поліпшити якість формованого сигналу.

У доповіді проаналізовані два основні методи формування БЧС. Метод багатоканального формування БЧС передбачає роздільне формування, підсилення і випромінювання частотних складових (ЧС). Операція когерентного підсумовування ЧС здійснюється в процесі поширення радіохвиль або в пристрої обробки. Багатоканальні пристрої формування дозволяють формувати когерентні БЧС із змінними в широких межах параметрами і енергетикою. Однак, зі збільшенням числа ЧС у БЧС збільшується обсяг апаратури та ускладнюється антенно-фідерний тракт (АФТ), що призводить до зростання вартості. Конфігурація і склад антенної системи дозволяє проводити просторове формування паралельних БЧС та виявляти і визначати кутові координати цілей в радіолокаційному каналі. Технічно простіше реалізуються одноканальні методи формування когерентних БЧС. Проаналізовані два таких методи. Перший засновано на амплітудній модуляції вихідного сигналу послідовністю прямокутних імпульсів з періодом T та тривалістю $\tau_{\text{і}}$. При цьому вагова функція має вигляд $\frac{\sin x}{x}$, ширина амплітудно-частотному спектру (АЧС) визначається $\tau_{\text{і}}$, а кількість ЧС у БЧС – шпаруватістю імпульсної послідовності $\frac{T}{\tau_i}$. Як показано у доповіді, недоліком цього методу є те, що при фіксованій середній потужності сигналу його пікова потужність зростає зі збільшенням шпаруватості. Це веде до посилення вимог, що пред'являються до АФТ, і ускладнення конструкції підсилювача. Тому використання даного методу для РЛС виявлення обмежена. В основу другого методу покладена фазова (кутова) модуляція (ФМ) вхідного сигналу гармонійною модулюючою напругою з періодом T. Вагова функція визначається функціями Бесселя першого роду, а ширина АЧС для фіксованого T – індексом (глибиною) кутової модуляції. Метод дозволяє формувати БЧС з шириною АЧС, яка визначається інерційністю модуляторів і смугою тракту підсилювача. Він дозволяє впровадити багаточастотний режим роботи в існуючі зразки РЛС без істотних доробок. Показано, що формування БЧС методом ФМ має деякі переваги. Це пов'язано з можливостями формування більш широкосмугових сигналів при тому ж рівні спотворень. Головним недоліком методу є високий рівень бічних пелюсток АКФ. В доповіді запропоновано удосконалений одноканальний метод ФМ вхідного сигналу періодичною з періодом T модулюючою напругою. При цьому вибором моделюючої напруги можна суттєво зменшити рівень бічних пелюсток АКФ.

МОЖЛИВІСТЬ СИНТЕЗУ ПАРАЛЕЛЬНИХ БАГАТОЧАСТОТНИХ СИГНАЛІВ, ФОРМОВАНИХ МЕТОДОМ КУТОВОЇ МОДУЛЯЦІЇ, ІЗ ЗАДАНИМИ КОРЕЛЯЦІЙНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

Леонов І. Г., Коржов А. М.
Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків

Сигнали з хорошими кореляційними властивостями мають максимальну вибірковість по відповідному параметру. Реалізація таких сигналів зустрічає серйозні труднощі. Однією з переваг багаточастотного сигналу (БЧС), який формується методом фазової модуляції, є можливість надання його амплітудно-частотному спектру (АЧС) необхідної форми при збереженні прямокутної обвідної.

В доповіді розглянуто задачу вибору виду закону модуляції, при якому БЧС буде мати хороші кореляційні властивості. Визначення необхідного виду модулюючої напруги для паралельного БЧС з хорошими кореляційними властивостями належить до класу некоректних математичних задач. Її рішення неможливо без рішення відповідної задачі синтезу. Проблема синтезу тісно пов'язана з завданням апроксимації. Критерії оцінки якості апроксимації можуть бути різними, але найбільш поширені квадратичний та рівномірний. У першому випадку прагнуть мінімізувати квадратичну різницю функцій на заданому інтервалі аналізу, а в другому – найбільше відхилення функцій на тому ж інтервалі.

У доповіді показано, що завдання синтезу зондую чого БЧС із заданими кореляційними властивостями можна вирішити, скориставшись методикою, заснованою на теоремі Вінера-Хинчина. Ця методика дозволяє синтезувати сигнал по автокореляційній функції (АКФ), яка пов'язана з АЧС сигналу по потужності.

Показано, що АЧС БЧС розглядається в обмеженій смузі частот. Для синтезованого БЧС необхідні ширина АЧС, частота модуляції та кількість частотних складових задаються, тому з абсолютною точністю синтезувати БЧС з довільною формою АЧС неможливо. Відмінність ідеальних і синтезованих БЧ сигналів пов'язана з кінцевим числом частотних складових синтезованого сигналу.

В доповіді запропонований новий метод синтезу паралельних БЧС із заданими кореляційними властивостями, формованих методом кутової модуляції, призначений для РЛС виявлення маловисотних цілей, що дозволяє для заданого числа частотних складових і форми АЧС бажаного БЧС отримати модулюючу напругу, яка найкращим чином реалізує такий сигнал.

Показано також, що з огляду на інтегрально-диференційний зв'язок частоти і миттєвої фази сигналу, отримані результати можна застосувати до БЧС, що формуються методом частотної модуляції.

ІНТЕГРАЦІЯ СИСТЕМ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ОБРОБКИ ДОКУМЕНТІВ У ВИДАВНИЧО-ПОЛІГРАФІЧНІ ПРОЦЕСИ

Мороз Р. Б.

Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів

Для автоматизованого опрацювання неструктурованих та напівструктурованих даних у видавничо-поліграфічних інформаційних потоках на сьогодні доцільно застосовувати інтелектуальну обробку документів (Intelligent Document Processing, IDP). На відміну від традиційних систем оптичного розпізнавання символів (OCR), IDP поєднує технології машинного навчання, обробки природної мови (NLP), глибинного навчання та комп'ютерного зору. Це забезпечує здатність системи розуміти контекст, витягати релевантну інформацію, класифікувати документи та формувати структуровані дані для подальшої обробки в інформаційних системах. Ключовими функціональними компонентами IDP-рішень є автоматичне виявлення типу документа, аналіз його структури, витягування сутностей (таких як імена, дати, адреси, фінансові показники), побудова семантичних зв'язків між фрагментами тексту, а також перевірка та валідація отриманих даних. Системи IDP також передбачають механізми інтерактивного навчання моделей за участі експертів, що забезпечує адаптацію до нових форматів та стилістичних особливостей документів.

У контексті цифрової трансформації документообігу в науковій, адміністративній, правовій і видавничій сферах застосування IDP дозволяє істотно зменшити навантаження на персонал, підвищити точність обробки контенту та забезпечити інтеграцію отриманих даних у системи управління знаннями. Використання IDP стає особливо актуальним для організацій, які працюють з великими масивами текстової інформації, що потребує високої точності аналізу та оперативності прийняття рішень. Інтеграція систем інтелектуальної обробки документів у видавничі процеси сприяє підвищенню якості передредакційної підготовки матеріалів, поліпшенню взаємодії між редакторами, авторами та рецензентами, а також прискоренню прийняття рішень щодо прийняття чи доопрацювання поданих матеріалів. IDP забезпечує автоматичне вилучення релевантних даних з рукописів, таких як ідентифікатори авторів, ключові слова, бібліографічні посилання, конфлікти інтересів тощо, що істотно оптимізує попередню перевірку та індексацію матеріалів.

Таким чином, застосування IDP у науковому видавництві відкриває можливості для автоматизованої перевірки відповідності поданих матеріалів вимогам журналів або конференцій, а також для аналізу структурних і змістових характеристик рукописів за допомогою машинного класифікування та тематичного моделювання. Це дозволяє видавничим онлайн-платформам не лише підвищити ефективність обробки поданого контенту, але й сформувати підґрунтя для інтелектуальної аналітики, що слугує базою для стратегічного розвитку редакційної політики та цифрових сервісів наукової комунікації. Подальші дослідження будуть зосереджені на виборі адекватних онлайн-платформ.

ВИКОРИСТАННЯ KINECT ДЛЯ 3D-РЕКОНСТРУКЦІЙ

Носик А. М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Мультимедіа – це комп'ютерна технологія, яка об'єднує керовані комп'ютером інтеграції всіх частин медіа, де дані передаються як інформація. Існує велика кількість засобів зі створення та обробки мульмедійного контенту в реальному часі.

Kinect – це технологія розпізнавання рухів, розроблена компанією Microsoft, що дає змогу користувачам взаємодіяти з цифровим контентом і керувати пристроями без використання фізичних контролерів. Kinect відстежує і фіксує рухи будь-яких об'єктів і людей за допомогою вбудованих датчиків. В першу чергу Kinect знайшов своє застосування та отримав розвиток в ігровій індустрії. Після того, як його ефективність і практичність виявилися набагато ширшими, він знайшов застосування в наукових дослідженнях, інженерії, робототехніці та інших галузях [1].

Kinect надає можливість ідентифікувати та розпізнавати 3D-об'єкти, що знаходяться в зоні дії сенсора. Сенсор Kinect випромінює інфрачервоне світло на сцену або об'єкт і фіксує відбите світло за допомогою інфрачервоної камери. Аналізуючи деформацію відтворюваних світлових моделей, обчислюється інформація про глибину та створюється 3D хмара точок сканованої сцени або об'єкта. За цією методикою моделі вимірюються та оцифровуються для формування 3D-моделі. Цей метод широко використовується тоді, коли традиційні методи є неефективними або дорогими для реалізації розпізнавання об'єктів.

Використання програмних застосунків KinectFusion або Kintinuous у поєднанні з даними, отриманими від Kinect, дає можливість створення 3D-моделей в режимі реального часу. Це поєднання дає змогу відтворювати (відновлювати) 3D-сцени, а також проводити сегментацію та трекінг 3D-об'єктів. Завдання створення 3D-моделей високої якості також виникає в проєктах віртуальної реальності, доповненої реальності, моделювання та 3D-друку. Таке поєднання в підсумку дає змогу значно спросити та пришвидшити процес створення 3D-моделей при використанні відносно недорогого обладнання.

Література:

1. Vangos Pterneas. Mastering the Microsoft Kinect : Body Tracking, Object Detection, and the Azure Cloud Services. – Apress, 2022. – 282 p.

МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ВИСОТНОЇ КООРДИНАТИ ТОЧОК РЕЛЬЄФУ ДЛЯ ПЕРЕДАЧІ НА РЕАЛЬНИЙ ВИКОНАВЧИЙ МЕХАНІЗМ ПРИ ВИКОРИСТАННІ В ЗМІШАНІЙ РЕАЛЬНОСТІ

Окунєв Є. О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сучасні технології змішаної реальності (Mixed Reality, MR) відкривають нові можливості у взаємодії цифрового та реального світів. Одним із перспективних напрямків є визначення висоти точок рельєфу на 3D-об'єктах і передача цієї інформації на фізичні виконавчі механізми. Дана технологія може бути застосована в геодезії, робототехніці, будівництві та інших галузях, де потрібне точне позиціонування. Оскільки 3D-модель вже створена у віртуальному середовищі, основним завданням є визначення висотної координати (Z) певної точки на рельєфі. Це можна зробити різними методами:

1. Ray Tracing (лінійний трасувальник променя): використовується функція LineTraceByChannel, яка випускає промінь у заданому напрямку та повертає інформацію про точку перетину з поверхнею.

Переваги: висока точність, оскільки система трасування працює з геометрією об'єкта на рівні полігонів; швидкість обробки, що дозволяє працювати в реальному часі; можливість використовувати різні канали колізії для налаштування взаємодії з окремими типами поверхонь або об'єктів.

Недоліки: може пропускати дуже дрібні деталі рельєфу, наприклад, мікровибоїни, подряпини, пористу текстуру каменю чи дрібні елементи фактурної поверхні, які не потрапляють у зону перетину променя або не мають достатньої геометричної складності для точного виявлення.

2. Дискретизація висоти за допомогою Collision System: використовується Collision Component, що визначає висоту точки через взаємодію з фізичною системою.

Переваги: простота реалізації, відсутність потреби в променях.

Недоліки: менша точність у складних поверхнях, можлива необхідність додаткового налаштування фізичних властивостей.

3. Використання Blueprint для сканування поверхні: Blueprint Actor сканує поверхню в реальному часі та фіксує координати вибраної точки.

Переваги: гнучкість, можливість динамічного аналізу поверхні.

Недоліки: більше навантаження на систему у разі великої кількості сканувань.

Визначені координати можуть бути експортовані у вигляді JSON або XML файлу шляхом передачі через протоколи радіозв'язку (Bluetooth, Wi-Fi).

Змішана реальність дозволяє ефективно аналізувати та передавати висотну координату точок рельєфу для подальшого використання в реальних системах автоматизації. Використання Unreal Engine як основної платформи забезпечує візуалізацію, аналіз та інтеграцію з виконавчими механізмами. Подальший розвиток цієї технології відкриває широкі перспективи в інженерії, будівництві, виробництві та інших сферах.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНІК АНІМАЦІЇ В ГЕЙМДЕВІ

Перестаронін С. Д., Воронцова Д. В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасній гейм-індустрії анімація відіграє ключову роль у створенні захопливого та реалістичного ігрового досвіду. Від плавності рухів персонажів до їх взаємодії з оточенням – усе це визначає рівень занурення гравця у віртуальний світ. Традиційні методи – такі як ключова анімація (КА) або захоплення рухів (motion capture, МС) – мають значні обмеження. КА вимагає багато часу, а також участі досвідчених аніматорів. МС потребує складного обладнання і часто не здатен забезпечити потрібну варіативність поведінки.

Процедурна анімація (ПА) – це метод створення руху в комп'ютерній графіці, при якому анімація генерується автоматично за допомогою алгоритмів і правил, які в свою чергу описуються програмним кодом. ПА пропонує гнучкішу альтернативу: рухи формуються в реальному часі відповідно до ситуації, фізики, середовища або штучного інтелекту (ШІ), тому що рух об'єкта розраховується в реальному часі відповідно до заданих параметрів. Саме тому запрограмована анімація в геймдеві стала темою активного дослідження, що охоплює як інверсну кінематику, так і фізичне моделювання, поведінкову анімацію і використання генеративного ШІ [1]. Одним із розповсюджених методів ПА є «тригонометричні моделі руху», в якому анімація може бути задана формулами. Це дозволяє створити ритмічний, кінетично вірогідний рух (хода, присідання, коливання хвоста) [2]. Цікавим є метод «фізично обіграної анімації», в якому системи анімації пов'язані з симуляцією сил та тіл. Рухи створюються за допомогою масо-агрегатних схем, колізій, дампінгу та зв'язків між частинами тіла. Така модель забезпечує відповідні реакції на зовнішні впливи: падіння, обійми, торкання тощо [3]. Особливу увагу привертає метод «процедурна поведінка та наратив»: кінетика та поведінкові шаблони можуть генеруватися процедурно. Скрипти та системи поведінки NPC пов'язують їх реакції з контекстом ігрового світу або з психологічними моделями [4].

Порівняно з традиційними підходами ПА дозволяє: зменшити обсяг ручної праці; підвищити гнучкість поведінки персонажів і реалістичність взаємодії з середовищем; використовувати ШІ. Враховуючи стрімкий розвиток ігрових движків, нейромереж та алгоритмів контролю, можна очікувати, що ПА стане стандартом для більшості сучасних ігор.

Література:

1. Builisova O. (2023). Procedural Animation Using Inverse Kinematics (FABRIK) in Unity.
2. Bhatti M. A., Riaz M., Hussain M., Waseem M., Zia T., Shafait F. (2021). Lightweight Procedural Animation Framework for Quadrupeds using Trigonometric Motion.
3. Horswill I. (2008). Lightweight Procedural Animation with Believable Physical Interactions.
4. Buongiorno S., Klinkert J., Zhaung Z., Chawla T., Clark C. (2024). PANGeA: Procedural Artificial Narrative using Generative AI for Turn-Based, Role-Playing Video Games.

THE PHENOMENON OF THE CONCEPT OF "INNOVATION" IN MODERN MILITARY EDUCATION

Petrova L., Petrov I.
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv

Because of current global trends, Ukraine has declared a course for innovative development. It is reflected in Ukraine's Concepts of the State Innovation Policy, the Scientific, Technological, and Innovative Development of Ukraine, the Laws of Ukraine's "On Innovation Activity," etc.

Education has been and is the foundation of human progress. Higher education in Ukraine is a priority since new ideas are born in its depths, and prospects for further social development are outlined. Innovations in modern military education play a key role in ensuring the adequate preparation of military personnel for action in modern conflicts' complex and rapidly changing conditions.

In the scientific literature, there are specific differences in the interpretation of the concept of "innovation". Most definitions are based on the concept of J. Schumpeter, who considered the discovery or invention of something new as the initial event and implementation as the final event, considering innovations from the point of view of application. Innovations are classified by the object of influence (pedagogical, socio-psychological, organizational, and managerial), the level of distribution (systemic-methodological and local-technological), and the innovative potential of the new (radical, modification, combinatorial).

Digitalization and the use of modern technologies in military education are key factors that significantly increase the effectiveness of military training in modern conditions. Here is an overview of the main aspects of this process: electronic learning platforms (Moodle, Google Classroom, developments of the Ministry of Defence) allow for distance learning and provide access to educational materials at any time; video conferences and webinars are an effective tool for lectures, discussions, and training, especially in a martial law or field training; digital knowledge bases are centralized resources for accessing instructions, guides, and technical documents.

The second area of innovation is the integration of modern technologies: augmented (AR) and virtual reality (VR) — create a simulation environment for practicing combat operations, tactical maneuvers, and operations with equipment; simulators and training equipment allow you to practice actions in conditions as close to real combat conditions as possible without risking your life; artificial intelligence and machine learning — used for adaptive learning, analysis of training results, and prediction of enemy actions.

Considering that the problem of innovation in managing a higher military educational institution is multifaceted, this study does not exhaust itself. Still, it aims to continue the theoretical justification and practical confirmation of the advantages of using innovative technologies in managing a higher military educational institution over traditional management forms.

МЕТОД СКІНЧЕНИХ ЕЛЕМЕНТІВ В АКУСТИЦІ ПРИМІЩЕНЬ

Порошин С. М, Статкус А. В., Усик В. В., Федорчак Б. П.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Метод скінчених елементів (МСЕ) є ефективним засобом моделювання хвилевих процесів і полів довільної фізичної природи, а в складних випадках виявляється унікальним джерелом надійних даних про об'єкт дослідження [1]. В акустиці приміщень (АП) МСЕ використовується більше 50 років. Завдяки наявній обчислювальній потужності та передовій числовій техніці МСЕ дозволяє отримувати високоякісні прогнози звукових полів у приміщеннях складної геометрії при складних граничних умовах з точністю до частки відсотка [2]. Однак, великі обчислювальні витрати (ОВ) дотепер обмежують спектр застосувань МСЕ здебільшого лабораторними дослідженнями без суворих вимог до часу розрахунку. Так, повідомлялося про високоточне моделювання трьохсекундної імпульсної характеристики концертного залу шляхом вирішення системи кінцевих елементів, що містить $1{,}5 \cdot 10^8$ ступенів свободи, з використанням системи з 512 процесорів [3].

Метою доповіді є огляд сучасного рівня застосування МСЕ і тенденцій його вдосконалення в задачах АП.

В дійсний час в АП спостерігається стійкий запит на підвищення обчислювальної ефективності МСЕ для досягнення в ідеалі реального масштабу часу. Дослідження застосування МСЕ в контексті АП зосереджені на: рішеннях в часовій області, тому що вони швидші та зручніші, ніж рішення в частотній області; методах зменшення дисперсії та застосування функцій високого порядку; розривному методі Галеркіна (РМГ) завдяки його точності, швидкості та можливості розпаралелювання; моделях розширеної реакції з використанням моделі еквівалентної рідини і допоміжних диференціальних рівнянь. Подальший розвиток МСЕ пов'язаний з розробкою оптимізованих МСЕ адаптивного порядку та РМГ для мінімізації ОВ при заданому рівні точності; використанням елементів низького порядку з методами зменшення дисперсії; забезпеченням привабливості МСЕ для ауралізації та віртуальної акустики (ВА), для чого мають бути створені технології врахування рухомого джерела і нестаціонарних середовищ; МСЕ-генерацією навчальних і тестових даних для машинного навчання в АП і ВА; зменшенням невизначеності вхідних даних МСЕ-застосувань шляхом вдосконалення методів вимірювання; використанням кластерів GPU (в тому числі CUDA) для реалізації більш ефективних рішень шляхом розпаралелювання обчислень.

Література:

1. Statkus A.V. Nonlinear Wave Dynamics of Unstable Atherosclerotic Plaque, *2019 IEEE 8th International Conference on Advanced Optoelectronics and Lasers (CAOL)*, Sozopol, Bulgaria, 2019, pp. 588-593.

2. Prinn, A.G. A Review of Finite Element Methods for Room Acoustics. *Acoustics* **2023**, *5*, 367-395.

3. Yoshida, T.; Okuzono, T.; Sakagami, K. A Parallel Dissipation-Free and Dispersion-Optimized Explicit Time-Domain FEM for Large-Scale Room Acoustics Simulation. *Buildings* **2022**, *12*, 105.

ПІДХОДИ ДО МОДЕЛЮВАННЯ 3D-ОБ'ЄКТІВ З ДОПОВНЕНОЮ РЕАЛЬНІСТЮ

Порошин С. М., Ткачов М. Р.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасному цифровому середовищі технології доповненої реальності (AR) активно впроваджуються у сфери освіти, дизайну, архітектури, медицини, промисловості та індустрії розваг. AR дозволяє створювати інтерактивні й візуально насичені середовища, що забезпечують новий рівень взаємодії користувача з цифровим контентом. Одним із ключових компонентів таких систем є тривимірні об'єкти, які інтегруються в реальне середовище. Функціонування AR-додатків суттєво залежить від ефективності, точності та адаптованості 3D-об'єктів до технічних обмежень пристрою користувача. У зв'язку з цим постає актуальне завдання аналізу сучасних методів створення таких об'єктів, їхніх можливостей, обмежень та доцільності використання в конкретних прикладних проектах.

Метою дослідження є попередній порівняльний аналіз підходів до створення 3D-моделей для застосування в AR-проектах і формування методичної бази для подальшого оцінювання їхньої ефективності із залученням методів математичної статистики.

У межах дослідження розглянуто три основні підходи:

– програмний: створення 3D-моделей у спеціалізованому програмному забезпеченні (Blender, 3ds Max, Maya тощо);

– ручне моделювання: побудова моделей шляхом 3D-сканування реальних об'єктів або ручного проєктування безпосередньо в AR-середовищах;

– генерація в AR-додатках: використання вбудованих інструментів для створення простих 3D-елементів або їхнього імпорту в процесі розробки.

Результати порівняльного аналізу підходів і найбільш відомих інструментів наведено у табл. 1.

Таблиця 1 Підходи до створення 3D-моделей для AR-проектів

Підхід	**Інструменти**	**Переваги**	**Обмеження**	**Рекомендоване використання**
Програмний	Blender, 3ds Max, Maya	Висока деталізація, контроль над геометрією, реалістичність	Вимагає часу і навичок, великі обсяги файлів	Візуалізації високої якості, складні об'єкти
Ручне (сканування / побудова вручну)	Polycam, Luma AI, LiDAR, AR-платформи	Швидке отримання реальних об'єктів, збереження текстур	Неточності при скануванні, шум	Прототипи, оцифрування реального середовища
Генерація в AR-додатках	Unity, Spark AR, WebAR Studio	Швидке створення, інтеграція в застосунок, спрощена логіка	Обмеженість функцій, невисока деталізація	Проста AR-взаємодія, освітні проекти

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ ДЛЯ АГРЕГАЦІЇ МЕДІАКОНТЕНТУ

Прус Б. В., Ракитянська Г. Б.
Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

В умовах стрімкого розвитку інформаційних технологій та постійного збільшення обсягів мультимедійного контенту виникає гостра необхідність у створенні сучасних програмних систем, здатних ефективно агрегувати та класифікувати фото та відео дані з різних джерел. Такі системи застосовуються в різноманітних галузях, включаючи освіту, медицину, рекламу та соціальні медіа, де швидкість доступу до якісного та релевантного контенту відіграє ключову роль [1].

Основною особливістю сучасних систем агрегації медіаконтенту є їх здатність до інтелектуальної обробки інформації. Це передбачає використання новітніх методів штучного інтелекту, зокрема трансферного навчання та знаннєвої дистиляції, які дозволяють будувати високоточні моделі класифікації сцен, ідентифікації об'єктів та визначення семантичних зв'язків між ними [2]. Ці методи забезпечують значне покращення швидкості та якості обробки інформації в умовах великих обсягів даних і різноманітності джерел їх отримання.

Ще одним важливим напрямом розвитку програмних систем для агрегації медіаконтенту є орієнтація на мобільні пристрої. Популяризація мобільних застосунків і обмеження ресурсів таких пристроїв ставлять завдання створення компактних і продуктивних моделей, здатних ефективно працювати в умовах локальної обробки даних без постійного підключення до хмарних сервісів. Для цього застосовуються спеціалізовані фреймворки, такі як TensorFlow Lite, CoreML, які дозволяють виконувати обчислення безпосередньо на мобільних пристроях з високою швидкодією і низьким споживанням енергії [1].

У перспективі програмні системи для агрегації медіаконтенту мають розвиватися також у напрямі покращення взаємодії з користувачем. Це передбачає створення зручних і зрозумілих інтерфейсів, що дають змогу не лише легко отримувати доступ до інформації, але й наочно її візуалізувати. Візуалізація даних, таких як графи семантичних зв'язків чи інтерактивні карти контенту, стає важливим інструментом для ефективної роботи з інформаційними потоками [1].

Таким чином, сучасні системи для агрегації медіаконтенту мають великий потенціал розвитку завдяки інтеграції передових технологій штучного інтелекту, орієнтації на мобільні платформи та підвищенню якості взаємодії з користувачами. Ці напрямки забезпечать значні переваги для багатьох галузей, які використовують великі обсяги мультимедійних даних.

Література:

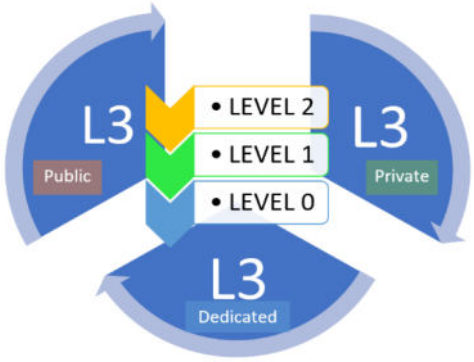
1. Глибовець М.М. Штучний інтелект: навчальний посібник. – Київ: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2021. – 478 с.
2. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Глибоке навчання: навчальний посібник / Перекл. з англ. – Львів: Видавництво Українського католицького університету, 2019. – 800 с.

REST API DESIGN PATTERNS AND MATURITY MODEL

Reshetnik O. O.
Vinnitsa national technical university, Vinnitsa

Roy Fielding's dissertation, "Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures" is a basic work in the field of software architecture, and specifically in the design of network-based software architectures [1]. In the work, Fielding proposes the Representational State Transfer (REST) architectural style, which now is one of the most widely used architectural styles for web-based systems. Overall, the dissertation is a comprehensive and influential work that has had a significant impact on the field of software architecture. REST is not a strict protocol, but rather an architectural style that provides a set of guidelines and best practices for designing web-based systems. This freedom can sometimes lead to issues, such as inconsistent or incompatible APIs, security vulnerabilities, or poor performance. It's important to carefully consider the requirements of your API and its clients and to follow best practices.

The Richardson Maturity Model (RMM) is a model for assessing the maturity level of a RESTful API, based on the degree to which it adheres to the principles of the REST [2]. The model consists of four levels, each representing a higher level of maturity. We propose an alternative model for REST API maturity assessment that defines design patterns required for each level. This model, in picture 1, goes beyond the RMM's four levels by breaking down level 3 into several sections depending on API specialization: public, private, or p2p dedicated. By following this model, you can ensure that your API meets the necessary design patterns for each level.



Picture 1 – An extended REST API maturity model

In conclusion, REST is a popular and widely used architectural style for web-based systems. Every specific implementation will vary based on the features and requirements of the specific system. However, by following a specific RMM blueprint, you can create a well-designed API for a specific purpose.

References

1. Fielding R.T. Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures: Doctoral dissertation, University of California: Irvine, 2000. – 162 pages. – ISBN:978-0-599-87118-2

2. Fowler M. Richardson Maturity Model. URL: https://martinfowler.com/articles/richardsonMaturityModel.html

РОЗРОБКА ПРОТОТИПУ ДВОВИМІРНОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРИ У ЖАНРІ ВІЗУАЛЬНОЇ НОВЕЛИ

Рибак Т. І., Воронцова Д. В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м.Харків

Інтерактивні 2D візуальні новели продовжують розвиватися як окремий жанр, поєднуючи сторітеллінг, емоційну залученість і персоналізований досвід гравця. Особливої популярності набувають проекти з нелінійним сюжетом, RPG-елементами та глибокими взаємодіями з персонажами [1], [2].

Метою даної роботи є створення прототипу візуальної новели з бойовою системою, функцією самостійного вибору подальших дій та унікальною фантазійною локацією.

Сценарій гри пропонує дві основні сюжетні лінії, бойову систему, двох другорядних персонажів із розгалуженими стосунками, а також кілька варіантів фіналів. У межах проекту реалізовано механіки розвитку стосунків (романтичних, дружніх і ворожих), покрокову бойову систему та вплив вибору на сюжет і характер головної героїні. Роботу виконано за допомогою рушія Ren'Py із використанням Python, 2D-графічних редакторів та систем сценарного планування.

Дана комп'ютерна гра поєднує у собі наступні функціональні можливості: забезпечення запуску на платформах Windows, macOS і Linux із підтримкою Android; інтеграція RPG-механіки на основі генерації випадкових чисел від 1 до 20 за принципами D&D; реалізація лінійного розвитку сюжету через систему вибору; застосування модуля обробки результатів кидків; організація структури проєкту за допомогою скриптів .rpy; підтримка системи збереження прогресу та автозбереження; використання графічних ресурсів у форматі .png та аудіофайлів у форматі .ogg; оптимізація інтерфейсу під роздільну здатність 1920x1080.

Висновки. Розроблена візуальна новела «The Dragon's Blade» підтверджує потенціал інтерактивних історій для реалізації складних сюжетів, інтеграції геймплейних механік і створення унікального гравецького досвіду, що відповідає сучасним тенденціям ігрового дизайну.

Література:

1. Шелл Дж. Искусство геймдизайна: Книга Линз /пер. с англ.– М.: Вильямс, 2015. – 512с. https://royallib.com/read/shell_dgessi/geymdizayn.html#0

2. Rogers S. Level Up! The Guide to Great Video Game Design. — 2nd ed. — Chichester: John Wiley & Sons, 2014. — 552 p.

https://eclass.uoa.gr/modules/document/file.php/DI413/%CE%94%CE%B9%CE%AC%CF%86%CE%BF%CF%81%CE%B1/Rogers_LevelUp_2010videogame-design.pdf

МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ДЛЯ РЕДАГУВАННЯ ВІДЕОІГОР

Складанюк О. О., Майданюк В. П.
Вінницький національний технічний університет,
м. Вінниця

Редагування відеоігор є важливою складовою розробки та модифікації ігрових сцен, об'єктів і логіки. Основні методи включають візуальне редагування сцен, скриптове програмування, редагування властивостей об'єктів та використання спеціалізованих інструментів для управління ресурсами гри. Зазвичай це реалізується за допомогою внутрішніх або зовнішніх редакторів, які можуть бути частиною рушія гри або окремими програмами. Важливим методом є скриптинг, який забезпечує поведінкову логіку об'єктів і подій через мови програмування (наприклад, Lua, C#, JavaScript). У сучасних редакторах часто використовується система подій, що спрощує взаємодію між елементами гри без необхідності написання великого обсягу коду [1].

Одним з найпоширеніших способів є редактор сцен, що дозволяє створювати, розміщувати й анімувати об'єкти у віртуальному просторі. Такі редактори підтримують інтерактивне перетягування об'єктів, зміну їх параметрів, а також перегляд змін у реальному часі [2].

Серед засобів для редагування відеоігор виділяють Unity Editor**,** Unreal Engine Editor**,** Godot Editor, а також спеціалізовані редактори для 2D-ігор, які надають засоби для редагування тайлів, спрайтів, фізики, колізій, анімацій та інтерфейсу. Крім того, існують інструменти модифікації (modding tools)**,** які дозволяють змінювати комерційні ігри шляхом редагування внутрішніх ресурсів — моделей, текстур, сценаріїв і навіть механік. Це сприяє розвитку спільнот користувачів та розширює життєвий цикл гри [3].

Таким чином, ефективне редагування відеоігор забезпечується комбінацією візуальних інструментів, скриптових засобів та зручного інтерфейсу, що дозволяє розробникам швидко створювати та змінювати контент гри без необхідності прямого втручання у вихідний код рушія.

Література:

1. Касьянов О. Ігрові рушії та редактори сцен. – Київ : Видавництво XYZ, 2022. – 214с.
2. Unity Technologies. Unity Manual. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://docs.unity3d.com
3. Epic Games. Unreal Engine Documentation. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://docs.unrealengine.com

СУПРОВОДЖЕННЯ АЕРОДИНАМІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ЗА РАДІАЛЬНОЮ ШВИДКІСТЮ В УМОВАХ ВПЛИВУ ФЛУКТУАЦІЙ ФАЗОВОГО ФРОНТУ ХВИЛІ РАДІОЛОКАЦІЙНОГО СИГНАЛУ

Струцінський О. В., Коржов А. М., Бархатов О. М.
Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків

Стійкість супроводження залежить від точності поточного вимірювання радіальної швидкості об'єкта спостереження, яка в значному ступені визначається впливом зовнішніх умов виконання радіолокатором завдань за призначенням.

Даний вплив призводить до флуктуацій фазового фронту хвилі радіолокаційного сигналу і, як наслідок, до появи флуктуаційної складової помилки вимірювання радіальної швидкості аеродинамічного об'єкта, що у свою чергу обумовлює погіршення якості виконання операцій вторинної обробки радіолокаційної інформації. Досліджено процес експоненційного згладжування у сталому режимі фільтрації параметрів траєкторії при різному ступені впливу флуктуацій фазового фронту хвилі радіолокаційного сигналу.

Доведено, що збільшення ступеня даного впливу знижує точність поточного вимірювання частоти Допплера, що вимагає відповідного збільшення кількості кроків слідкувального вимірювання для досягнення сталого режиму супроводження. Наведено пропозиції щодо підвищення якості експоненційного згладжування за рахунок врахування фазових флуктуацій радіоімпульсів прийнятого пачкового радіосигналу на етапі поточного вимірювання частоти Допплера, що сприяє підвищенню стійкості супроводження аеродинамічного об'єкта за радіальною швидкістю.

ВЕБ-ІНСТРУМЕНТ ДЛЯ ІНТЕРАКТИВНОЇ ПЕРЕВІРКИ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ 3D-МОДЕЛЕЙ

Федоров О. О., Заволодько Г. Е.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Широке використання 3D-моделей у інженерії зумовлює потребу у зручних інструментах для їх попереднього перегляду, аналізу та перевірки. Актуальність створення веб-інструменту полягає в необхідності розробки доступного рішення для швидкої валідації 3D-моделі перед її використанням у цифровому виробництві або сервісах 3D-друку без потреби у встановленні програмного забезпечення чи реєстрації користувача.

У ході дослідження виконано огляд і класифікацію сучасних веб-переглядачів 3D-моделей. До базових переглядачів віднесено сервіси 3DViewer.net та GLBViewer, які вирізняються простотою використання, проте мають обмежений функціонал. Професійні рішення на кшталт Autodesk Viewer та FetchCFD пропонують розширені аналітичні функції, але зазвичай потребують підписки. Платформи публікації моделей (Sketchfab, p3d.in) акцентують увагу на соціальній взаємодії, залишаючи поза увагою аспекти технічного аналізу. Вбудовувані засоби (Three.js Viewer, Google Model Viewer) орієнтовані на розробників, але не передбачають зручного графічного інтерфейсу для кінцевого користувача. Спеціалізовані рішення для навчання й індустрії (RealityMax) мають обмежену гнучкість у загальновживаних сценаріях.

Враховуючи переваги та недоліки наявних рішень обґрунтовано концептуальний вигляд сучасного веб-інструменту, який поєднує інтуїтивно зрозумілий інтерфейс із розширеними можливостями аналізу. Основні вимоги до такого інструменту включають підтримку форматів GLTF/GLB з drag & drop завантаженням у браузері без серверного збереження, візуалізацію параметрів продуктивності пристрою (FPS, GPU, CPU, пам'ять) у реальному часі формування інформаційного профілю моделі (полігони, анімації, структура), а також інтерактивну панель керування анімаціями.

Література:

1. Zavolodko H., Kasilov O. Interactive Tools in Online Education. Digital Platform: Information Technologies in Sociocultural Sphere. 2020. Vol. 3, no. 1. P. 11–21. URL: https://doi.org/10.31866/2617-796x.3.1.2020.206094 (date of access: 08.04.2025).

2. Haidar N., Zavolodko G., Pustovoitov P. PROCESS OF 3D PRINTING IN ONLINE EDUCATION. Advanced Information Systems. 2022. Vol. 6, no. 1. P. 114–117. URL: https://doi.org/10.20998/2522-9052.2022.1.18 (date of access: 08.04.2025).

3. Intro to NVE : 9 / 29 : VRMLVRML : Examples. VRArchitect : Pascal. URL: http://www.vrarchitect.net/anu/ivr/Web3D/vrml_examples.en.html (date of access: 08.04.2025).

4. Online 3D Viewer. 3dviewer.net. URL: https://3dviewer.net/ (date of access: 08.04.2025).

5. Online GLB & 3D Model Viewer - Free Browser-based 3D Viewer. Online GLB & 3D Model Viewer - Free Browser-based 3D Viewer. URL: https://www.glbviewer.com/ (date of access: 08.04.2025).

6. Publish and Download 3D Models, CFD, FEA, and Engineering Simulations in 3D, VR, and AR | FetchCFD. FetchCFD. URL: https://fetchcfd.com/ (date of access: 08.04.2025).

ЗАГАЛЬНИЙ АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ КОНВЕРТАЦІЇ 3D-КОНТЕНТУ НА ВЕБ-СТОРІНКУ ІЗ CAD-ПРОГРАМ З МОЖЛИВОСТЮ УРАХУВАННЯ ЕФЕКТУ ЛАМБЕРТА

Цехмістро Р. І.
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", м. Харків

Існує сучасна технологія побудови графічних моделей засобами бібліотек браузерної мови програмування javascript, наприклад three.js (WbGL-аналог OpenGL) https://threejs.org/. Бібліотека створює такі атрибути як: сцени, камери, освітлення, mesh, текстури тощо.

Ця технологія підтримує всі основні стандартні атрибути сучасних програмних пакетів Blender, Autodesk 3ds Max, Zbrush та ін. для створення тривимірної комп'ютерної графіки, що включає засоби моделювання, анімації, рендерингу. На окрему увагу заслуговують пакети створення 2D і 3D моделей інженерного призначення: AutoCAD, FreeCAD, SolidWorks та ін., деякі з них підтримують вбудовану можливість конвертації на html-сторінку веб-сайту. Так, наприклад, FreeCAD, що є вільною системою автоматизованого проектування (САПР) для 3D-моделювання загального призначення для параметричного твердотільного конструювання, має можливість автоматично втілити побудовану модель у html-файл за допомогою інтерактивності. Мова javascript надає можливість обертати побудовану модель за допомогою клавіатури або миші [1].

Більше того, з'являється можливість доопрацювати анімаційні можливості створеного об'єкта власними зусиллями при розробці веб-сайту або веб-програми. Даний компроміс дозволяє надати інтерактивність та покращені анімаційні можливості об'єкта, що неможливо при перенесенні в веб анімацію створеної графічної моделі. Так, можливості мови програмування javascript дозволяють реалізувати візуалізацію ефекту Бугера-Ламберта – фізичного закону, що визначає послаблення паралельного монохроматичного пучка світла при розповсюдженні його в поглинаючому середовищі. Врахування даного ефекту актуальне при забезпеченні рендерингу створеного тривимірного об'єкта у бібліотеці мови javascript.

Приклад обліку даного ефекту в бібліотеці three.js мови програвання javascript виглядатиме таким чином: var sphereMaterial = new THREE. THREE.MeshLambertMaterial({color: 0x5734ff}, опис можливостей цієї властивості наведено у https://threejs.org/docs/api/en/material/MeshLambert.

Візуалізація ефекту Бугера-Ламберта суттєво підвищує реалістичність складних модельованих середовищ, сцен і об'єктів, отже є корисним інструментом розробника веб-застосунків з розвиненим 3D-контентом.

Література:

1. Порошин С.М., Карташов В.М., Усик В.В., Цехмістро Р.І., Бєліков І.С.Технології створення складових мультимедійного контенту. Анімація та web-анімація/ С.М. Порошин, В.М. Карташов, В.В. Усик, Р.І. Цехмістро, І.С. Бєліков. – Харків : НТУ «ХПІ», 2021. – 314 с. (ISBN 978-966-8689-59-1)

ДОСЛІДЖЕННЯ ПІДХОДІВ ДО РОЗРОБКИ ХМАРНОЇ ПЛАТІЖНОЇ СИСТЕМИ НА БАЗІ AWS У КОНТЕКСТІ СУЧАСНОГО БАНКІНГУ

Чепурко О. М., Заволодько Г. Е.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Платіжна система (ПС) – це сукупність технологій, інструментів і процедур, що забезпечують передачу коштів між учасниками фінансових операцій (транзакцій). Існують три основні типи електронних ПС: традиційні (на основі карткових транзакцій), цифрові (інтернет-засновані рішення) та блокчейн-системи, що функціонують без посередників. Типовий життєвий цикл транзакції включає ініціацію, авторизацію, обробку, виконання платежу та зберігання історії для аудиту. Технології, що забезпечують функціонування сучасних платіжних платформ, можна поділити на окремі сервіси: шифрування даних інтеграційним API, використання безсерверних обчислень (наприклад, AWS Lambda) та захист від шахрайства.

Проведено аналіз популярних ПС: Stripe, PayPal, Revolut, Square, Checkout.com, що демонструють різні підходи до реалізації платіжної інфраструктури. Виявлено ключові нормативні вимоги до ПС – стандарти PCI DSS та директиву PSD2, що регулюють безпеку та прозорість транзакцій. Отже, можна стверджувати, що сучасна ПС є складною багаторівневою екосистемою, яка потребує інтеграції різноманітних технологічних компонентів, суворого дотримання нормативних стандартів та орієнтації на зручність і безпеку користувача. Вибір хмарної платформи, зокрема AWS, дозволяє досягти високої масштабованості, відмовостійкості та гнучкості. Комплексне поєднання мікросервісного підходу, безсерверних технологій, інтеграції з платіжними шлюзами та дотримання вимог безпеки формує перспективну модель для подальшого розвитку та впровадження платіжних рішень нового покоління.

Література:

1. Payment services and electronic money | European Banking Authority. Homepage | European Banking Authority. URL: https://www.eba.europa.eu/regulation-and-policy/payment-services-and-electronic-money (date of access: 12.04.2025).
2. PayPal Developer. PayPal Developer. URL: https://developer.paypal.com/docs/ (date of access: 12.04.2025).
3. Dokumentation. Online-Bezahldienst und Zahlungsdienstleister | Stripe. URL: https://stripe.com/docs (date of access: 12.04.2025).
4. Resources Center. Payment services to power your performance | Checkout.com. URL: https://www.checkout.com/resources (date of access: 12.04.2025).
5. Get started with Mollie | Mollie Documentation. Mollie Documentation. URL: https://docs.mollie.com/ (date of access: 12.04.2025).
6. Прохоренко ВА Аналіз CMS систем/ВА Прохоренко, ГЕ Заволодько//Інформатика, управління та штучний інтелект: тези 7-ї міжнар. наук.-техн. конф., Харків–Краматорськ, 17-19 листопада 2020 р./наук. ред. ВД Дмитрієнко; Нац. техн. ун-т" Харків. політехн. ін-т".–Харків: Тарасенко ВП, 2020.–С. 63.
7. Prokhorenko, V., & Zavolodko, G. (2020). Структура CMS системи. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення у сучасних технологіях, (4(6), 77–81. https://doi.org/10.20998/2413-4295.2020.04.12

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО МОДУЛЮ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ 3D МОДЕЛЮВАННЯ У СЕРЕДОВИЩІ BLENDER

Янатьєв П. П., Воронцова Д. В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сучасне 3D моделювання має багато технологічних засобів щодо візуалізації тривимірних об'єктів, проте доступність до інструментів може різнитися в залежності від середовища 3D моделювання. Якщо розглядати таку програму як Blender, то при аналізі вбудованого інструментарію можна помітити відсутність можливості використання такої технології, як мапи векторного зміщення (VDM – Vector Displacemet Map).

Метою доповіді є розробка програмного модулю, який забезпечить середовище Blender спеціалізованим інструментом, основаним на технології запікання мап векторного зміщення, що дозволить користувачу використовувати його для створення шаблонів геометрії задля подальшого багаторазового додавання на тривимірний об'єкт в режимі скульптурного моделювання.

Головним конкурентом в технологічному використанні мап векторного зміщення є мапи нормалей, проте хоч і працюють вони схоже, мають різні методи та результати. Мапи нормалей не змінюють напряму геометрію моделі, а лише симулюють її у вигляді текстури, використовуючи освітлення і тіні. В той час як мапи векторного зміщення додають геометрію до об'єкта, використовуючи векторне зміщення в тривимірному просторі [1, 2, 3]. Використовуючи інструмент Shader Nodes, можливо досягнути потрібного ефекту, проте цей процес потребує чималих зусиль від користувача та потребує додаткового ресурсу, а також не є універсальним рішенням, бо отриманий результат може бути використаний лише одноразово.

Висновок. Розробка програмного модулю, який буде автоматизувати основні процеси підготовки, розробки, інтеграції та використання інструменту, оптимізуючи процес моделювання в середовищі Blender, є на сьогодні актуальною та потрібною задачею.

Література:

1. 3ds Max Reference. *Support and Problem Solving / Autodesk Support*. URL: https://download.autodesk.com/us/3dsmax/2012help/index.html?url=files/GUID-5647CB81-2013-4E1D-BCE7-A25FCE9ADE3-2080.htm,topicNumber=d28e406559

2. Unity – Manual: Introduction to normal maps (bump mapping). *Unity – Manual: Unity 6.1 User Manual*.
URL: https://docs.unity3d.com/Manual/StandardShaderMaterialParameterNormalMap.html

3. Glossary – Blender 4.4 Manual. *Blender Documentation – blender.org*. URL: https://docs.blender.org/manual/en/latest/glossary/index.html#term-Normal-Mapping

СЕКЦІЯ 9
КОМП’ЮТЕРНІ НАУКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

9.6 СТРАХОВИЙ ФОНД ДОКУМЕНТАЦІЇ: АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ТА МЕТОДИ ОБРОБКИ І ЗБЕРІГАННЯ ІНФОРМАЦІЇ

ЗАПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ТА ОЦІНКИ ВІДПОВІДНОСТІ В ДЕРЖАВНІЙ СИСТЕМІ СТРАХОВОГО ФОНДУ ДОКУМЕНТАЦІЇ

Беззубець Т. Я.
Науково-дослідний, проектно-конструкторський та технологічний інститут мікрографії, м. Харків

Дослідження полягали у підтвердженні необхідності створення передумов запровадження національної системи технічного регулювання та оцінки відповідності продукції, процесів, методів тощо у діяльність державної системи страхового фонду документації (далі – СФД).

Вивчено національний та міжнародний досвід застосування технічних регламентів у різних сферах економічної діяльності и визначено, що аналогом застосування системи технічного регулювання у діяльність державної системи СФД можуть бути технічні регламенти, прийняті на основі актів законодавства Європейського Союзу (далі – ЄС). Вивчення процесу оцінки відповідності в країнах ЄС має важливе значення для України, а співробітництво України у сфері стандартизації з міжнародними та європейськими організаціями веде до створення єдиної для всіх країн системи стандартизації, її розвитку та функціюванню.

Проблема полягає в тому, що на цей час неврегульовані деякі питання на шляху до реалізації застосування аналогів європейської та національної систем технічного регулювання у діяльність державної системи СФД, одним з яких є те, що сфера діяльності *«Формування страхового фонду документації»* поки не визначена Міністерством юстиції України (Державною архівною службою України) як сфера діяльності для здійснення функцій технічного регулювання.

Відповідно до законодавства України технічне регулювання передбачає правове регулювання взаємозв'язків щодо застосування та дотримання обов'язкових вимог до продукції (процесу, послуги, системи, особи чи органу) за допомогою здійснення оцінки відповідності, який доводить, що задані вимоги до цієї продукції виконані і об'єкт перевірки відповідає певним характеристикам та нормам.

Під час дослідження визначено основні процеси діяльності у державній системі СФД, зокрема це процес виготовлення документів СФД. Потенційним напрямом діяльності державної системи СФД, у якому необхідно застосувати технічний регламент, можна вважати напрям *«Формування, ведення та використання СФД»*.

Застосування технічного регулювання у діяльності державної системи СФД сприятиме підвищенню рівня наповненості інформаційної складової національної безпеки України, бо СФД є частиною цієї безпеки.

АКТУАЛЬНІСТЬ СТВОРЕННЯ СТРАХОВОГО ФОНДУ ДОКУМЕНТАЦІЇ НА ОБ'ЄКТИ ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ: ДОСЛІДЖЕННЯ ДОКУМЕНТАЦІЇ, ВИЗНАЧЕННЯ ДОСТАТНЬОГО СКЛАДУ КОМПЛЕКТУ ДОКУМЕНТАЦІЇ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ

Єврейнова Н. А.
Науково-дослідний, проектно-конструкторський та технологічний інститут мікрографії, м. Харків

Відповідно до статті 9 Закону України [1] водопостачання та водовідведення (далі – ВВ) належить до життєво важливих функцій та/або послуг, порушення яких призводить до негативних наслідків для національної безпеки України.

В умовах повномасштабної війни в Україні та інцидентах безпеки критичної інфраструктури особливої актуальності набула проблема збереження документації, необхідної для ефективного використання під час відновлення функціонування об'єктів критичної інфраструктури, відбудови (реконструкції) зруйнованих (пошкоджених) об'єктів, на випадок її утрати або псування, а також, враховуючи можливість руйнації об'єктів. Закладання комплектів документації до страхового фонду дасть можливість, у випадку втрати оригіналів, оперативно відновити їх на паперових, електронних або інших носіях, що дозволить суттєво знизити витрати часу та коштів на повторне розроблення такої документації.

Визначення достатнього складу комплекту документації полягає в необхідності комплексного підходу до створення страхового фонду документації (далі – СФД) об'єктів систем ВВ.

Проведено науково-дослідну роботу та вирішено такі основні завдання:

а) проведено дослідження щодо:

– класифікації систем ВВ;

– об'єктів систем ВВ, документація яких підлягає закладанню до СФД;

б) проведено аналіз документації на об'єкти, які закладено до СФД, щодо складу та комплектності документації на системи ВВ;

в) встановлено загальні технічні вимоги до складу та комплектності документації на системи ВВ, призначеної для формування СФД.

Розроблені за результатами проведених досліджень методичні рекомендації сприятимуть більш якісному проведенню робіт з виготовлення документів СФД.

Література:

1. Про критичну інфраструктуру: Закон України від 21.09.2021 № 1882-IX URL : https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1882-20#Text

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ДОКУМЕНТІВ СФЕРИ СТРАХОВОГО ФОНДУ ДОКУМЕНТАЦІЇ ЩОДО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ВІДТВОРЕНИХ ЕЛЕКТРОННИХ КОПІЙ ДОКУМЕНТІВ З МІКРОФІЛЬМУ

Журавель В. В., Іваннікова О. С.
Науково-дослідний, проектно-конструкторський та технологічний інститут мікрографії, м. Харків

На цей час в системі страхового фонду документації (далі – СФД) чинний ДСТУ 33.108:2005 [1], який установлює загальні положення, структуру, склад та правила заповнення технічного паспорта мікрофільму СФД (далі – технічний паспорт), який призначений для внесення інформації щодо мікрофільму СФД на усіх стадіях його життєвого циклу: виготовлення, контролювання, зберігання та використання.

На цей час система СФД розвивається у напрямку використання новітніх технологій й впроваджує сучасні технології щодо відтворення копій документів на електронний носій інформації (далі – ЕК) за допомогою відповідного програмного забезпечення.

На сьогодні вимоги до заповнення розділів технічного паспорта не відповідають сучасним потребам державної системи СФД, а саме: не містять норм щодо відтворених ЕК та відсутні їх дані у розділах технічного паспорта тощо.

У зв'язку з цим проведено дослідження щодо процесів відтворення ЕК, визначення основних параметрів та характеристик відтворених ЕК для встановлення норм до них щодо приведення їх у відповідність до вимог чинних нормативних документів.

Під час виконання науково-дослідної роботи (НДР) опрацьовано та проведено аналіз значного обсягу документації нормативних та технологічних документів сфери СФД, а саме: Закони України, чинні нормативні документи, чинні технологічні документи тощо, що дозволило визначити структуру, склад та правила заповнення технічного паспорта.

Під час НДР досліджено: порядок та забезпечення користувачів ЕК; технологічне забезпечення відтворення ЕК; створення нової послуги – відтворення кольорових зображень в електронному вигляді та відтворення інформації з кодованих зображень; положення щодо електронного сховища зберігання документів СФД; основні параметри та характеристики відтворених ЕК.

Результати проведених досліджень стануть підґрунтям для розроблення Методичних рекомендацій з визначення структури, складу та правил заповнення технічного паспорта.

Література:

1. СФД. Документи страхового фонду документації. Технічний паспорт мікрофільму. Загальні вимоги : ДСТУ 33.108:2005. (зі змінами №№ 1, 2) [Чинний від 2007-01-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2005. – III, 26 с. – (Національний стандарт України).

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЯХ ПІДГОТОВКИ ДОКУМЕНТАЦІЇ ДО МІКРОФІЛЬМУВАННЯ

Журавель О.Г.

Науково-дослідний, проектно-конструкторський та технологічний інститут мікрографії, м. Харків

Всеосяжна цифровізація економіки та суспільства в Україні сприяє змінам в архівній справі, бібліотеках, страхових фондах, які вже не можуть дозволити собі й надалі застосовувати свої застарілі процедури управління документами. Постає необхідність швидко здійснювати зміни та впроваджувати нові технології в технологічних операціях підготовки документації до мікрофільмування.

Нещодавні досягнення в галузі технологій обробки зображень з використанням штучного інтелекту (далі – ШІ) призвели до значного покращення якості зображень. Ці технології потенційно мають великі перспективи використання у технологічних операціях підготовки документації до мікрофільмування.

Ключовими напрямами використання ШІ у механізмах доопрацювання оцифрованої документації є масштабування, оптичне розпізнавання символів, підвищення чіткості вмісту документа, кольорокоррекція, а також зшивання зображень.

Прикладом, що поєднує багато можливостей ШІ з доопрацювання документації після оцифрування, є фоторедактор Topaz Photo AI, який має потужну функцію масштабування зображення, зручний інтерфейс, інтеграцію з багатьма функціями покращення зображення в одному ПЗ.

Досвід США та інших країн щодо впровадження ШІ в архівній справі показує ряд переваг цього процесу, у тому числі зниження робочого навантаження на фахівців з роботи з документами за рахунок автоматизації рутинних операцій, що дає значну економію робочого часу та зниження витрат.

Перспективи ШІ величезні, але й пов'язані з впровадженням цих технологій проблемні питання та ризики також великі. Найважливіші з них на сьогодні є такими:

– нормативне регулювання використання технологій ШІ у мікрофільмуванні знаходиться на початковій стадії;

– не вирішено питання чіткої вказівки авторства документа, створеного за допомогою ШІ та встановлення правової відповідальності за матеріальні збитки у процесі роботи з ШІ;

– при використанні ШІ можливий витік конфіденційних даних.

Для управління всіма цими ризиками критично важливим є надійне стратегічне управління та нагляд з боку людини над ШІ-процесами.

Таким чином, використання ШІ в технологічних операціях підготовки документації до мікрофільмування має великі перспективи з урахуванням можливих проблемних питань та ризиків.

АКТУАЛІЗАЦІЯ ВИМОГ ДО ЕЛЕКТРОННОГО МІКРОФІЛЬМУ В КОНТЕКСТІ УДОСКОНАЛЕННЯ НОРМАТИВНОЇ БАЗИ СТРАХОВОГО ФОНДУ ДОКУМЕНТАЦІЇ

Клименко Н.М., Ільїн С.В.
Науково-дослідний, проектно-конструкторський та технологічний інститут мікрографії, м. Харків

В епоху цифрових технологій програмне забезпечення стало невід'ємною частиною діяльності багатьох сфер, не винятком є і державна система страхового фонду документації (далі – СФД). На цей час спеціальні установи СФД вже використовують програмне забезпечення з автоматизації процесу побудови мікрофільму при підготовці до мікрофільмування КОМ-системою «SMA 51» (далі – ПЗ). Водночас сучасні умови вимагають постійного вдосконалення та розширення можливостей такого ПЗ.

У зв'язку з розширенням функціональності ПЗ змінилася структура електронного мікрофільму (далі – ЕМ) та виникла необхідність модифікації відповідного нормативного супроводу, а саме ДСТУ 33.206:2017 Страховий фонд документації. Електронне сховище копій документів страхового фонду документації. Порядок формування, ведення та використання (далі – ДСТУ 33.206) [1]. Таким чином, постало питання в розроблені методичних рекомендацій стосовно вимог до структури модифікованого ЕМ.

Для вирішення поставленої задачі було:

– визначено вимоги до структури ЕМ відповідно до ДСТУ 33.206:2017 [1];

– проведено аналіз змін, що сталися в структурі ЕМ, модифікованої у зв'язку з розширенням функціональності ПЗ;

– розроблено методичні рекомендації із вимогами щодо структури модифікованого ЕМ у вигляді XML-схеми та опису метаданих ЕМ (далі – методичні рекомендації).

Розроблені методичні рекомендації є своєчасним і необхідним документом для вдосконалення нормативної бази СФД, зокрема ДСТУ 33.206:2017 [1]. Вони сприяють підвищенню ефективності та актуальності процесів формування та ведення електронного сховища копій документів СФД.

Література:

1. СФД. Документи страхового фонду документації. Технічний паспорт мікрофільму. Загальні вимоги : ДСТУ 33.206:2017. (зі змінами №№ 1, 2) [Чинний від 2019-01-01]. – К. : УкрНДНЦ, 2020. – IV, 16 с. : табл. – (Національний стандарт України).

РОЗШИРЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ТА ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ СТВОРЕННЯ, ФОРМУВАННЯ, ВЕДЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ СТРАХОВОГО ФОНДУ ДОКУМЕНТАЦІЇ УКРАЇНИ

Мазничко А.Б., Ільїн С.В.

Науково-дослідний, проектно-конструкторський та технологічний інститут мікрографії, м. Харків

Для вирішення питання щодо автоматизації операції «Підготовка цифрових зображень та формування мікрофільмів в електронному вигляді» типового технологічного процесу ТТП 321.02200.00056 [1] в частині формування мікрофільмів в електронному вигляді в НДІ мікрографії у 2012 році було розроблено та впроваджено програмне забезпечення з автоматизації процесу побудови мікрофільму при підготовці до мікрофільмування COM-системою «SMA 51», що забезпечувало автоматизацію виконання наступних задач: розташування трафаретів, розташування стандартних бирок на зображеннях документів, розбивка зображень документів на визначені формати або навпаки їх об'єднання в один кадр документи з метою економії плівки, упорядкування документації, шляхом попереднього її перегляду та автоматизованого перейменування файлів та формування електронного мікрофільму із зображеннями документації для подальшого збереження на електронний носій тощо.

Використання програмного забезпечення створило нові можливості для виготовлення мікрофільмів страхового фонду документації з документації, наданої в електронному вигляді, але під час експлуатації було визначено необхідність розширення його функціональних можливостей за пропозиціями користувачів.

Для вирішення поставленої задачі було розроблено модуль розширення програмного забезпечення з метою надання користувачам наступних додаткових функціональних можливостей: виготовлення поправки до електронного мікрофільму на основі повторного використання кадрів, налаштування розміру шрифту окремої бирки та спрощення механізму вставлення спеціальних символів до тексту бирки тощо.

Це підвищує ефективність роботи з програмним забезпеченням, зокрема, скорочує час на підготовлення зображень документації до мікрофільмування, покращує якість електронних мікрофільмів, а також впливає на загальну задоволеність користувачів програмним продуктом.

Література:

1. Комплект документів на типовий технологічний процес виготовлення мікрофільмів страхового фонду документації з використанням цифрових технологій (зі змінами №№ 1 – 6) [Текст] : ТТП 321.02200.00056 / НДІ мікрографії ; – Х., 2015. – 241 с..

УДОСКОНАЛЕННЯ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОГО І НОРМАТИВНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОЦЕСІВ ВИКОРИСТАННЯ СТРАХОВОГО ФОНДУ ДОКУМЕНТАЦІЇ УКРАЇНИ

Неминуща Т.М., Власовська Т. Г.
Науково-дослідний, проектно-конструкторський та технологічний інститут мікрографії, м. Харків

Використання страхового фонду документації (далі – СФД) – це одна із стадій життєвого циклу СФД. Процеси, які належать до зазначеного комплексу заходів, унормовано зокрема національними стандартами комплексу «Страховий фонд документації». Процес використання СФД містить такі етапи:

– подання користувачем Заявки на забезпечення копіями документів СФД;

– розгляд Укрдержархівом Заявки та повідомлення користувача про можливість її виконання або відмову у виконанні;

– видача Укрдержархівом Завдання на виготовлення копій документів СФД спеціальній установі СФД України;

– укладання договору на виготовлення копій документів СФД між користувачем і спеціальною установою СФД України;

– виготовляння копій документів СФД спеціальною установою СФД України;

– відправляння копій документів СФД користувачу.

Дослідження показали, що існує проблема, яка полягає у необхідності приведення у відповідність сучасним нормам і правилам усіх етапів процесу використання СФД.

Починаючи з 2023 року було проведено оптимізацію процесу «Забезпечення користувачів копіями документів страхового фонду документації України». Було розроблено та прийнято низку необхідних нормативно-правових актів стосовно порядку використання страхового фонду документації, форми та опису заявки на забезпечення копіями документів страхового фонду документації України та форми завдання на виготовлення копій документів страхового фонду документації України, правил комплектування копій документів страхового фонду документації України тощо.

Зважаючи на це, повинні бути скасовані стандарти щодо порядку забезпечення користувачів документами страхового фонду, загальних вимог до повнорозмірних паперових копій з мікрофільмів страхового фонду документації та до електронних копій документів, оскільки вони містять посилання на нормативні документи, що вже втратили свою актуальність або скасовані, а виправити їх шляхом внесення змін до них чи перегляду не є можливим.

АКТУАЛЬНІСТЬ ПРОБЛЕМИ ДОВГОСТРОКОВОГО ЗБЕРІГАННЯ МІКРОФІЛЬМІВ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРИАЛІВ

Тімров О.О., Надточій І.І.
Науково-дослідний, проектно-конструкторський та технологічний інститут мікрографії, м. Харків

Зберігання мікрофільмів є критично важливим завданням у сфері збереження інформації, що має велике значення для організацій (бібліотек, архівів), які оперують довгостроковим збереженням великої кількість документальних матеріалів. Мікрофільми забезпечують надійний формат фіксації інформації та стійкості до несанкціонованих змін, виступають засобом достовірного зберігання інформації, який може використовуватись як доказ у правовому полі для підтвердження оригінальності даних. Але вони вразливі до зовнішніх факторів – вологості, механічних пошкоджень, УФ-випромінювання, біологічне ураження (пошкодження желатинового шару грибковими мікроорганізмами, що призводить до втрати зображення) що зумовлює необхідність їх захисту у спеціальних боксах.

Історично основним рішенням для забезпечення мікрофільмів в Україні були металеві бокси з алюмінію. Вони забезпечували належний рівень захисту від механічної дії. Водночас, їх основними недоліками є висока собівартість, громіздкість, складність та енергозатратність виробництва. Альтернативним рішенням стали бокси з безкислотного картону, які значно дешевші, екологічні та простіші у виробництві. Незважаючи на певні переваги, бокси з безкислотного картону, мають нижчі фізичні характеристики щодо захисту від механічних впливів порівняно з металевими, що обмежує їх придатність для довготривалого архівного зберігання в умовах підвищеного ризику фізичних ушкоджень.

Враховуючи сучасні вимоги до архівного зберігання, актуальності набуває впровадження полімерної тари (зокрема на основі поліетилентерефталату (ПЕТ) як альтернативу традиційним матеріалам.

Полімери мають незначну вагу, демонструють високу стійкість до фізичних та хімічних факторів, витримують контакт із вологою без втрати функціональних властивостей, не піддаються корозії та дозволяють реалізувати точні технології формування на невеликих партіях (3D-друк). Це дає змогу виготовляти контейнери з мінімальними втратами матеріалу, за індивідуальними технічними характеристиками, зниженням вартості логістики та експлуатації.

Отже, на тлі традиційних рішень (метал і картон), полімерні матеріали представляють собою стратегічно доцільну альтернативу створення боксів для довготривалого зберігання мікрофільмів. Застосування сучасних матеріалів та технологій виробництва, таких як 3D-друк, забезпечує не лише функціональну ефективність, але й створює передумови для сталого розвитку та оптимізації ресурсів у сфері зберігання архівної інформації.

СЕКЦІЯ 10
НАВКОЛОЗЕМНИЙ КОСМІЧНИЙ ПРОСТІР. РАДІОФІЗИКА ТА ІОНОСФЕРА

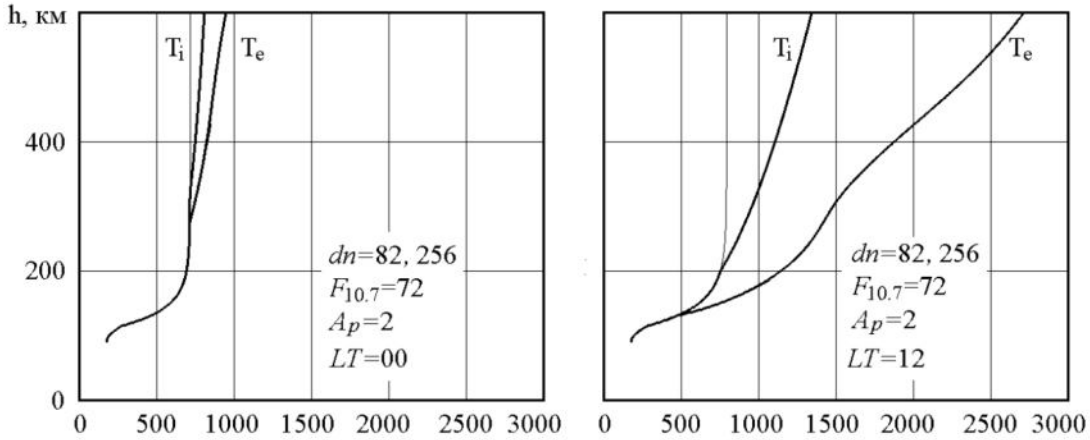
DAILY VARIATIONS OF ION AND ELECTRON TEMPERATURES BY SGMTITE MODEL

Grinchenko S. V.
Independent researcher, Kharkiv

The SGMTiTe model (Simple Global Model of Ion and Electron Temperatures) is being developed by the authors of this abstract [1].

A number of empirical models of ion and electron temperatures currently exist. However even a general overview of altitude temperature profiles, their daily and seasonal variations show the insufficient adequacy of these models.

The presented figure shows the altitude profiles of ion and electron temperatures at midnight and noon of the vernal and autumnal equinoxes.



Minimum daily values are observed at night. Maximum temperatures of ions and electrons are observed at midday. On winter solstice, with the solar activity index $F_{10.7} = 72$ and the magnetic activity index $A_p = 2$, the night values of the ion temperature at an altitude of 600 km are respectively 710 K and 781 K, and the daytime values are 1281 K and 2469 K. On the days of the vernal and autumnal equinoxes the night values of ion and electron temperatures are 810 K and 972 K, and the daytime temperatures of ions and electrons are 1345 K and 2730 K. On winter solstice the night values are 1268 K and 1598 K, and the daytime values are 1355 K and 2862 K.

The altitude profile of electron temperature is characterized by inversion at altitudes near the main maximum of electron density. On the days of the equinoxes the altitude of inversion of the depicted profile of electron temperature is equal to 343 km. At midday on winter solstice the inversion altitude is 341 km, at midday on summer solstice – 345 km.

References:

1. Sergii V Grinchenko, Valerii A Pulyayev. Comparison of ion and electron temperatures, calculated by CERIM and SGMTiTe models // Information Technology: Science, Engineering, Technology, Education, Healh. XXIX International Scientific-pracrical Conference "MicroCAD-2023". Abstracts. Kharkiv, Ukraine, May 17-20, 2023. Kharkiv. 2023. 1406 p. P. 1250.

COMPARISON OF GRACE-FO OBSERVATIONS WITH EMPIRICAL IONOSPHERIC AND ATMOSPHERIC MODELS PREDICTIONS DURING FEBRUARY 24-28, 2023

Reznychenko M.O.[1,2], Kotov D.V.[1], Bogomaz O.V.[1], Dziubanov D.A.[3]
[1]Institute of Ionosphere, NTU "KhPI", Kharkiv
[2]Space Research Centre of Polish Academy of Sciences, Warsaw, Poland
[3]National Technical University "KhPI", Kharkiv, Warsaw, Poland

A comparative analysis of variations in electron and thermospheric mass density was carried out using GRACE-FO satellite data [1] and the empirical ionosphere and atmosphere models (IRI-2020-NeQuick [2] and NRLMSISE-2.0[3], respectively) in the European-African longitudinal sector during February 24-28, 2023. This period is characterized by a strong geomagnetic storm that occurred on February 27, 2023 as well as Sudden Stratospheric Warming conditions that existed during January-March 2023.

A strong daytime enhancement in the topside electron density (by a factor of ~3.5) was observed during the geomagnetic storm on February 27, 2023, in the mid-latitudes of the Northern Hemisphere over central Europe. The ionospheric response to geomagnetic disturbance in the mid-latitudes of the Southern Hemisphere was considerably weaker (the electron density enhancement was only ~25%). The thermospheric mass density during the storm day increased in both hemispheres; however, in the Northern Hemisphere, this enhancement was stronger (~2 times compared to the geomagnetically quiet day of February 24), while in the Southern Hemisphere, the enhancement was by a factor of ~1.5. The obtained results show that the positive ionospheric storm was stronger in the winter (northern) hemisphere, while in the summer hemisphere, this effect was diminished.

Comparison of the observed topside electron density with the empirical ionospheric model predictions (IRI-NeQuick option) revealed a noticeable difference for the disturbed day (by a factor of ~3.8) for the winter hemisphere. In the summer hemisphere, this difference was lower (by a factor of ~2).

The empirical atmosphere model NRLMSISE 2.0 estimates showed a very good agreement with thermospheric density observations for geomagnetically quiet conditions in the winter (northern) hemisphere. However, for the disturbed period, the model underestimates the observed thermospheric density by ~ 35%. In the summer (southern) hemisphere, the model overestimated the satellite observations on ~30-60% both during quiet and disturbed conditions.

References:

1. https://gracefo.jpl.nasa.gov/data/grace-fo-data/

2. Bilitza, D. et al. (2022). The International Reference Ionosphere model: A review and description of an ionosphericbenchmark. *Reviews of Geophysics*, 60, e2022RG000792. https://doi.org/10.1029/2022RG000792

3. Picone, J. M. et al. (2002). NRLMSISE-00 empirical model of the atmosphere: Statistical comparisons and scientific issues. *Journal of Geophysical Research*, *107*(A12), SIA15-1–SIA15-16. https://doi.org/10.1029/2002ja009430.

СПОСТЕРЕЖЕННЯ ГЕОМАГНІТНИХ ПРОЯВІВ ЗЕМЛЕТРУСІВ У РУМУНІЇ 16 ВЕРЕСНЯ 2024 ТА М'ЯНМІ 28 БЕРЕЗНЯ 2025 РОКУ

Барабаш В. В., Бурмака В.П., Шконда Д.П.
Інститут Іоносфери НТУ "ХПІ", м. Харків

Зрушення літосферних плит, що спричиняють землетруси э потужними джерелами енерговиділення, які викликають зміну варіацій компонентів магнітного поля Землі. Також через динамічний зв'язок сейсмічних хвиль та атмосфери виникають збурення в іоносфері, що фіксуються як деформація відтинків на іонограмах [1].

Спостереження за змінами варіацій магнітного поля Землі та відтинків на іонограмах поводилося за допомогою магнітометра GEOMAG-02M і цифрового іонозонду, які розташовані поблизу м. Харкова в Іоносферній обсерваторії Інституту іоносфери.

Інформація про події, що спостерігалися наведена в таблиці.

Дата події	Місце події	Координати	Час події, UTC	Магнітуда землетрусу
16.09.2024	Румунія, зона Вранча	45°42′ пн. ш. 27°12′ сх. д.	14:40:00	5.4
28.03.2025	М'янма, м. Мандалай	22°00′47″ пн. ш. 95°55′19″ сх. д.	06:20:54	7.7

Відстань від місця події до місця спостереження складала близько 820 км для землетрусу в Румунії та близько 5960 км для землетрусу в М'янмі.

16 вересня 2024 року в інтервалі часу 14:42-14:47 UTC магнітометром GEOMAGNET-02M булу зафіксовано різку зміну варіацій *Bx*-компоненти магнітного поля землі. На іонограмах починаючи з 14:43 UTC і до 14:48 UTC сигнатури звичайної компоненти містили зубці (подібна поведінка іоносфери описана в роботах 2, 3).

Під час землетрусу в М'янмі 28 березня 2025 року о 06:59 UTC почалося спотворення слідів звичайної та незвичайної компоненти, які набули так званої багато зубчастої форми, що узгоджується з спостереженнями інших авторів [1-3]. Максимум спотворення спостерігався в період 07:00-07:11 UTC. Приблизно в цей же час також реєструвалися зміни варіацій магнітного поля Землі.

Література:

1. Maruyama, T., Yusupov, K., Akchurin, A. Interpretation of deformed ionograms induced by vertical ground motion of seismic Rayleigh waves and infrasound in the thermosphere, *Ann. Geophys.,* 2016. №34, **P**. 271–278. https://doi.org/10.5194/angeo-34-271-2016,.

2. Haralambous, H., Guerra, M., Chum, J.,Verhulst, T. G. W., Barta, V., Altadill, D., et al. Multi-instrument observations of various ionospheric disturbances caused by the 6 February 2023 Turkey earthquake. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 2023. № 128, e2023JA031691. https://doi.org/10.1029/2023JA031691.

СТАТИСТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПАРАМЕТРІВ ІОНОСФЕРИ В УМОВАХ ВИСОКОЇ СОНЯЧНОЇ АКТИВНОСТІ ЗА ВІДСУТНОСТІ ГЕОМАГНІТНИХ ЗБУРЕНЬ

Ємельянов Л. Я.
Інститут Іоносфери НТУ "ХПІ", м. Харків

Наведено добові варіації і результати обчислення статистичних характеристик максимальної електронної концентрації (N_mF2) шару F2 іоносфери та висоти його максимуму (h_mF2), отриманих спостереженням іоносфери методом вертикального зондування під час високої сонячної активності у 2023 р. для типових геофізичних періодів (літнє і зимове сонцестояння та весняне й осіннє рівнодення) в умовах низької геомагнітної активності. Для кожного періоду використовувалися дані вимірювань параметрів іоносфери за три суміжні доби (для літа – чотири доби у зв'язку з помітними відмінностями варіацій параметрів 22 червня від даних 20, 21 та 23 червня).

Для кожного із сезонів статистично проаналізовано повторюваність варіацій N_mF2 та h_mF2 для суміжних діб. Для цього було використано такі статистичні характеристики: середньоквадратичне відхилення (RMSD), нормоване середнє квадратичне відхилення (NRMSD) та середнє залишків. Аналіз показав, що найкраща повторюваність даних є для осіннього рівнодення. Найбільша відмінність – у літніх даних, у яких порівнюються результати вимірювання 22 червня. Великі значення RMSD і NRMSD для h_mF2 виявлено з порівняння 20 і 21 грудня, що викликано відмінністю варіацій h_mF2 у вечірній час.

Такі самі статистичні характеристики були використані для порівняння даних N_mF2 та h_mF2 харківського іонозонда з даними середньоширотних станцій у різних півкулях Землі, а саме у Міллстоун Хіллі (США), Дурбесі (Бельгія) та Прухоніце (Чехія). Виявлено, що найбільш близькими до даних харківського іонозонда є дані іонозонда Прухоніце за винятком h_mF2 осіннього рівнодення, коли найближчими були дані h_mF2 іонозонда Дурбеса. Найбільші відмінності здебільшого виявлено для даних іонозонда Міллстоун Хілла.

Виконано порівняльний статистичний аналіз добових варіацій N_mF2 та h_mF2 іоносфери над Харковом з варіаціями цих параметрів, розрахованих з використанням моделі іоносферної електронної концентрації (NeQuick2) та різних версій моделі International Reference Ionosphere (IRI). Аналіз проведено з використанням середньоквадратичної похибки (RMSE), нормованої похибки (NRMSE) та середнього залишків. Виявлено, що найближчими моделями до експериментальних даних N_mF2 є NeQuick2 для весни, IRI-2016 (CCIR) для літа й осені та IRI-2016 (URSI) для зими, а до експериментальних даних h_mF2 є IRI-2016 (AMTB-2013) для весни, літа і зими та IRI-2016 (SHU-2015) для осені.

Регресійний аналіз даних N_mF2 для полуденного часу, отриманих в Іоносферній обсерваторії Інституту іоносфери протягом 2013–2023 років показав, що залежність N_mF2 від індексу сонячної активності $F_{10.7}$ є близькою до лінійної (коефіцієнт детермінації $R^2 > 0.9$) за винятком літніх даних, які найкраще апроксимуються квадратичною регресією.

ОСОБЛИВОСТІ РАДІОПРИЙМАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ХАРКІВСЬКОГО РАДАРА НЕКОГЕРЕНТНОГО РОЗСІЯННЯ

Ємельянов Л. Я.[1], Под'ячий Ю. І.[2], Мірошніков А. Є.[1]
[1]Інститут Іоносфери НТУ "ХПІ" , м. Харків
[2]Національний технічний університет "ХПІ", м. Харків

Радіоприймальна система (РПрС) використовується у складі радара некогерентного розсіяння (НР) для посилення, перетворення та селекції прийнятого розсіяного іоносферою сигналу. Вона є однією із основних систем радара, що визначають точність вимірювання параметрів іоносфери. До параметрів РПрС радара НР пред'являються жорсткі вимоги, які обумовлені рядом умов, що відрізняють її роботу від приймальних систем радіолокаторів і радіотелескопів.

Зокрема, потужність некогерентно розсіяних іоносферою сигналів найчастіше нижче потужності космічних та апаратурних шумів, що потребує підвищеної чутливості системи і спеціальних методів їх обробки. На відміну від радіоастрономічних приймачів, РПрС радара НР працює в умовах випромінювання потужних (2–3 МВт) радіоімпульсів. Це вимагає ефективного захисту вхідних ланцюгів РПрС під час зондування, а також застосування спеціальних заходів для забезпечення її завадостійкості.

Сигнал, що приймається системою, є випадковим процесом. Його потужність визначається як різниця потужності адитивної суміші сигналу і шуму на ділянках розгортки, де корисний сигнал є присутнім, і потужності шуму на ділянках, де сигнал відсутній. Аналогічно визначається кореляційна функція НР сигналу. Тому точність вимі-рювання параметрів корисного сигналу і, отже, параметрів іоносфери залежить від чутливості РПрС та стабільності його параметрів протягом часу радіолокаційної розгортки. При дослідженні хвильових процесів в іоносфері значення має і довготривала стабільність параметрів радіоприймального тракту.

Рух іносферної плазми відносно радару викликає доплерівський зсув спектра НР сигналу, яким визначається важливі параметри іоносфери – швидкість і напрямок руху плазми як цілого. Цей зсув надзвичайно малий (на 2–3 порядки менше ширини спектра НР сигналу і на 8 порядків менше носійної частоти радара). Тому для вимірювання цих параметрів іоносфери необхідно забезпечити високу стабільність всіх частот РПрС як на час розгортки, так і на час експерименту. Розрахунки показали, що відносна нестабільність носійної частоти і частоти 1-го гетеродина РПрС повинна бути не гіршою $6\cdot10^{-9}$, а частот 2-го та 3-го гетеродинів – 10^{-7}. Така нестабільність практично не вносить похибки у визначення кореляційної функції сигналу. Взаємна стабільність частот передавача і приймача забезпечена когерентною схемою побудови радара. Для цього задавальна системи формує сигнал збудження для передавача і три гармонійні сигнали для системи формування частот гетеродинів РПрС.

Наведено основні режими роботи РПрС у складі радара НР, його структуру, особливості фільтрації та виділення корисного сигналу для його обробки на проміжній частоті і в області нижніх частот.

ВІДГУК F2 ШАРУ НА СИЛЬНУ ГЕОМАГНІТНУ БУРЮ 3-4 ЛИСТОПАДА 2021 РОКУ: СПОСТЕРЕЖЕННЯ НАД ХАРКОВОМ

Кацко С.В.
Інститут іоносфери НТУ «ХПІ», м. Харків

Дослідження ефектів і особливостей іоносферних бур у різних фазах сонячної активності важливе й актуальне питання. Оскільки основні фонові умови дуже різні, система іоносфера–атмосфера по різному реагує на геомагнітні бурі в різних фазах циклу сонячної активності.

В роботі представлено результати експериментальних досліджень 3–6 листопада 2021 р., проведених за допомогою цифрового іонозонду іоносферної обсерваторії науково-дослідного інституту Іоносфери НТУ «ХПІ» (м. Харків).

2021 р. характеризувався початком росту 25-го циклу сонячної активності. Сильна геомагнітна буря 3–4 листопада 2021 р. – найпотужніша буря в цьому році. 3 листопад 2021 р. близько 20:00 UT викид корональної маси накрив магнітне поле Землі: швидкість сонячного вітру V_{sw} зросла до 700–730 км/с, а його температура T_{sw} збільшилась до $10.6 \cdot 10^5$ К. Геомагнітна буря почалася близько 21:00 UT 3 листопада 2021 р.: індекс авроральної активності *AE* досягав майже 2000 нТл, а індекс K_p = 6+. Після чого слідувала наступна суббуря. Екстремальні значення індексів геомагнітної активності зафіксовано 4 листопада 2021 р.: $K_{p\max}$ = 8– в інтервалі часу 09:00–12:00 UT, $D_{st\min}$ = –115 нТл о 14:00 UT, геомагнітна буря сягала рівня сильної (G3 клас). У цей час значення індексу *AE* перевищували 2000 нТл.

В результаті послідовних збурень магнітосфери Землі 3–4 листопада 2021 р. над Харковом спостерігалася трьохфазна іоносферна буря зі знакозмінними фазами «негативна–позитивна–негативна». Значення відносного відхилення критичної частоти δf_oF2 під час першої негативної іоносферної бурі сягало –28%, концентрація електронів N_mF2 у максимумі шару F2 зменшилася у 1.7–1.9 разів, що характерно для помірної негативної іоносферної бурі.

4 листопада 2021 р. після збільшення індексу K_p з 7 до 8 над Харковом спостерігалась позитивна іоносферна буря, яка тривала більше 5 год. Відхилення δf_oF2 сягало +(35–40)%, що відповідало збільшенню концентрації електронів N_mF2 у 1.8–1.9 рази. Дане збільшення концентрації N_mF2 характерно для помірних позитивних іоносферних бур.

Фаза релаксації геомагнітної бурі супроводжувалася знову негативною іоносферною бурею в нічний час з 4 на 5 листопада 2021 р. Третя негативна іоносферна буря була вже більш сильнішою ніж перша негативна: відносне відхилення δf_oF2 сягало –(34–35)%, що відповідало зменшенню N_mF2 у 2.4 рази. Третя негативна іоносферна буря була сильною.

ІОНОСФЕРНІ ЕФЕКТИ ВИКЛИКАНІ ЕКСТРЕМАЛЬНОЮ ГЕОМАГНІТНОЮ БУРЕЮ 10–11 ТРАВНЯ 2024 РОКУ НАД ХАРКОВОМ

Кацко С.В., Ємельянов Л.Я.
Інститут іоносфери НТУ «ХПІ», м. Харків

Геомагнітна буря – це результат великомасштабного збурення магнітного поля Землі, що може призвести до аномальних змін в іоносферній плазмі. Дослідження впливу змін сонячної активності на геомагнітне поле Землі залишається актуальною задачею для геофізиків на сьогодні.

В роботі представлено результати експерименту, проведеного за допомогою цифрового іонозонду, розташованого в іоносферній обсерваторії науково-дослідного інституту Іоносфери НТУ «ХПІ» (м. Харків) протягом 9–15 травня 2024 р.

Викид корональної маси (CME) 10 травня 2024 р. спричинив появу екстремальної геомагнітної бурі (G5 клас), першої бурі такого класу у 25 циклі сонячної активності та найбільшої бурі майже за 20 останніх років.

Магнітна буря розпочалася близько 17:00 UT 10 травня 2024 р., в той час як індекс геомагнітної активності K_p сягнув значення 8–. Відмічалося збільшення швидкості сонячного вітру V_{sw} з 450 км/с до 695 км/с, а значення аврорального індексу *AE* становили 1500–2000 нТл і більше.

Після 18:00 UT 10 травня концентрація протонів у потоці сонячного вітру становила більше $4 \cdot 10^7$ м$^{-3}$, а температура сонячного вітру T_{sw} більше 10^6 К. З 19:00 по 20:00 UT відбувся екстремальний ріст індексу *AE*, індекс K_p = 9– до кінця доби (протягом шести годин). О 23:00 UT значення геомагнітного індексу D_{st} зменшилися до –351 нТл. В результаті прибуття наступного CME на початку нової доби 11 травня значення $K_{p\max}$ сягнуло 9 в інтервалі часу 00:00–03:00 UT, а значення $D_{st\min}$ становило –412 нТл о 03:00 UT. З прибуттям нових потоків CME о 08:00 UT індекс D_{st} знову почав зменшуватися до –384 нТл і після 09:00 UT K_p = 9. В цей час значення індексу *AE* зросли екстремально. Відбулися дві послідовні екстремальні суббурі. До кінця доби спостерігалися високі значення K_p: 9–, 8+, 8– та відмічалося збільшення швидкості V_{sw} до 800, 900 та 1000 км/с. Температура T_{sw} складала $(5–10) \cdot 10^5$ К. З 13:00 до 16:00 UT значення індексу *AE* перевищували 2000 нТл.

Екстремальна геомагнітна буря над Харковом супроводжувалася негативною іоносферною бурею 10–12 травня 2024 р., яка сягала рівня дуже сильної. 11 травня відбулося зменшилась концентрації електронів N_mF2 у максимумі шару F2 у ~6.5–7 разів. В результаті проявів помірної магнітної бурі ($K_{p\max}$ = 6+) 12–13 травня 2024 р. зафіксовано сильну негативну іоносферну бурю над Харковом 12–13 травня. Концентрація N_mF2 зменшилась у ~3–3.5 рази. Значні зміни в іоносферній плазмі могли посилитися в результаті накладання ефектів помірної бурі на ефекти екстремальної бурі.

ВІДГУК F2 ШАРУ ІОНОСФЕРИ НА ДУЖЕ СИЛЬНУ ГЕОМАГНІТНУ БУРЮ 10 ЖОВТНЯ 2024 РОКУ: СПОСТЕРЕЖЕННЯ НАД ХАРКОВОМ

Кацко С.В., Ємельянов Л.Я., Мірошніков А.Є.
Інститут іоносфери НТУ «ХПІ», м. Зміїв.

В роботі представлено результати дослідження відгуку F2 шару іоносфери на дуже сильну геомагнітну бурю (клас G4) 10 жовтня 2024 р. за допомогою цифрового іонозонду, розташованого в іоносферній обсерваторії науково-дослідного інституту Іоносфери НТУ «ХПІ» (м. Харків).

В результаті сонячних спалахів класу X та CME 10 жовтня 2024 р. близько 16:00 UT почалася магнітна буря, яка сягала рівня дуже сильної (клас G4). Екстремальні значення індексів геомагнітної активності складали: $K_{p\max} = 9–$ та $D_{st\min} = –333$ нТл. З початком цієї бурі концентрація протонів у потужному потоці сонячного вітру n_{sw} перевищувала значення $30 \cdot 10^6$ м$^{-3}$, швидкість сонячного вітру V_{sw} сягала 700 км/с і більше, а його температура T_{sw} зросла до $(11–12) \cdot 10^5$ К. Значення індексу авроральної активності *AE* значно перевищували величину 2000 нТл.

Головна фаза магнітної бурі тривала ~10 год: до 12:00 UT 11 жовтня 2024 р. спостерігалося сильне збурення магнітосфери. Довга тривалість головної фази могла бути спричинена тим фактором, що дуже сильна геомагнітна буря відбулася на фазі відновлення після сильної магнітної бурі (G3 клас) 7–8 жовтня 2024 р.

Геомагнітна буря класу G4 10 жовтня 2024 р. викликала тривалу негативну іоносферну бурю над Харковом (до 12 жовтня 2024 р.).

Вночі з 10 на 11 жовтня 2024 р. відносне відхилення критичної частоти δf_oF2 сягало –50%, що відповідало зменшенню концентрації електронів N_mF2 у 4–4.5 рази. Після 05:00 UT і до 12:00 UT 11 жовтня відхилення δf_oF2 перевищувало –60%, максимальне значення сягало –69%. Зменшення концентрації N_mF2 становило 9–10 разів, що характерно для дуже сильної та вкрай сильної негативної іоносферної бурі.

Вночі з 11 на 12 жовтня 2024 р. відносне відхилення критичної частоти δf_oF2 перевищувало –40%, що відповідало сильній негативній іоносферній бурі (зменшення концентрації електронів перевищувало 3 рази).

Фізика затяжних негативних іоносферних збурень ускладнена накладанням ефектів попередньої сильної магнітної бурі, коли стан магнітосфери Землі не встиг відновитися до характерного стану за незбурених умовах.

АНАЛІЗ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ПРОСТОРОВО-ЧАСОВИХ ВАРІАЦІЙ ПАРАМЕТРІВ ІОНОСФЕРНОЇ ПЛАЗМИ НАД ЦЕНТРАЛЬНО-ЄВРОПЕЙСЬКИМ РЕГІОНОМ

Колодяжний В. В., Ємельянов Л. Я., Богомаз О. В.
Інститут іоносфери НТУ «ХПІ», м. Харків

Проведено напівемпіричне моделювання варіацій ключових параметрів іоносферної плазми, до яких відноситься концентрація електронів у максимумі шару F2 (*Nm*F2), а також висота цього максимуму (*hm*F2), для типових геофізичних періодів, а саме: весняні та осінні рівнодення, літні та зимові сонцестояння. Для цих періодів здійснено розрахунки та виконано аналіз просторово-часових залежностей (сезонно-добові варіації) іоносферних параметрів плазми на заданих висотних рівнях від 210 до 450 км.

Експериментальне вивчення іоносферних ефектів здійснювалося за допомогою використання радара некогерентного розсіяння (НР) метрового діапазону та іонозонда, які розташовані поблизу м. Харкова в Іоносферній обсерваторії Науково-дослідного інституту Іоносфери [1]. Для дослідження обрано різні фази сонячної активності, а саме: 2013 р. (фаза максимуму) та 2019 р. (фаза мінімуму 24-го циклу сонячної активності), а також 2023 р. (фаза росту 25-го циклу сонячної активності) при спокійних геліогеофізичних умовах.

Здійснено порівняльний аналіз розрахунків, отриманих за допомогою моделі іоносфери CERIM IION з розрахунками глобальної іоносферної моделі IRI-2016, а також даними, які були отримані експериментально. Ця модель, яка створена вченими-дослідниками Інституту іоносфери, ґрунтується на експериментальних даних, отриманих харківським радаром НР [2].

В процесі валідації моделі CERIM IION виявлено, що глобальна модель IRI-2016 не завжди точно та коректно демонструє розподіл іоносферних параметрів на певних висотах та при конкретних геліогеофізичних умовах. Особливо це помітно у періоди підвищеної активності Сонця, коли іоносферна модель IRI-2016 дає спотворені (завищені) значення електронної концентрації у зовнішній іоносфері. Натомість, модель CERIM IION якісно та достовірно відновлює структуру головнних параметрів іоносферної плазми в заданому висотному діапазоні. Модельні залежності цих параметрів є типовими для розглянутих сезонів та фаз сонячної активності, а їхні добові варіації відповідають існуючим уявленням про фізичні процеси в іоносфері.

Література:

1. Domnin I. F., Chepurnyy Ya. M., Emelyanov L. Ya., Chernyaev S. V., Kononenko A. F., Kotov D. V., Bogomaz O. V., Iskra D. A. Kharkiv incoherent scatter facility. *Bulletin of NTU "KhPI". Series: Radiophysics and ionosphere.* Kharkiv: NTU "KhPI", 2014. No. 47(1089). P. 28–42.

2. Chernogor L., Domnin I., Lyashenko M. (2010). Development of Central Europe Regional Ionospheric Model (CERIM IION) for Space Weather Forecasting. EGU General Assembly 2010 (Vienna, Austria, 2–7 May 2010). Geophys. Res. Abstract, 12, EGU2010-316-2.

КОДУВАННЯ ЗОНДУВАЛЬНИХ РАДІОІМПУЛЬСІВ У МЕТОДІ НЕКОГЕРЕНТНОГО РОЗСІЯННЯ

Пуляєв В.О.[1], Ємельянов Л.Я.[1], Кузьменко Н.О.[2], Дзюбанов Д.А.[2]

[1] Інститут іоносфери НТУ «ХПІ», м. Харків

[2] Національний технічний університет «ХПІ», м. Харків

Вивчення стану іоносфери Землі відбувається в процесі проведення геофізичних експериментів, коли отримують інформацію про детальну структуру і динаміку іоносферної плазми одночасно в широкому діапазоні висот. В теперішній час таку можливість надає найбільш інформативний і точний метод, а саме – метод некогерентного розсіяння, що включає радіоімпульсне зондування іоносфери, приймання розсіяного іоносферою сигналу та його обробку. В цілому, подальший геофізичний аналіз отриманих параметрів іонізованого середовища дозволяє спостерігати варіації іоносфери, що викликані і природними, і антропогенними впливами, а також при появі аномалій в навколоземному середовищі.

Відомо, що обчислена автокореляційна функція (АКФ) сигналу розсіяння, а також його спектр є основним носієм даних. Вони включають в себе необхідну інформацію щодо стану іонізованого середовища. В результаті необхідно направляти подальші зусилля на те, щоб поліпшити методи випромінювання та обробки сигналів, які дозволять підвищити точність та достовірність отримуваних значень іоносферних параметрів.

В роботі запропоновано різні варіанти щодо удосконалення структури зондувальних радіоімпульсів, які включають в себе більш складне кодування їх елементів. Ці варіанти також враховують і характер розсіяння в іоносферній плазмі. Наведено результати пошуку таких багатоелементних кодованих сигналів, що призначені для досліджень як нижніх, так і верхніх висотних діапазонів. Вони забезпечують розрахунок ординат кореляційних функцій сигналу розсіяння з дуже високою роздільною здатністю як часі, так і у просторі. Представлено апаратурну реалізацію запропонованих режимів випромінювання вказаних багатоелементних сигналів.

Наведено структуру корелятора у вигляді спеціалізованого багатоканального пристрою, призначеного для обчислення АКФ сигналу розсіяння у випадку обробки розглянутих багатоелементних кодованих сигналів. З їх допомогою є можливість щодо обробки даних, якщо використовувати сигнали при різному розташуванню їх елементів. Також можлива обробка у випадку зміні напрямку обертання площини радіохвилі.

Таким чином, використовуючи розширення технічних, а значить – потенційно високих метрологічних показників апаратури радара НР, є можливість отримати більш точну та якісну іоносферну інформацію.

Література:

1. Emelyanov L., Pulyayev V., Rogozhkin E., Kuzmenko N. Calculation of coded pulses to improve sounding modes in the incoherent scatter technique. / 2024 IEEE 5rd KHPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek), 2024. 999

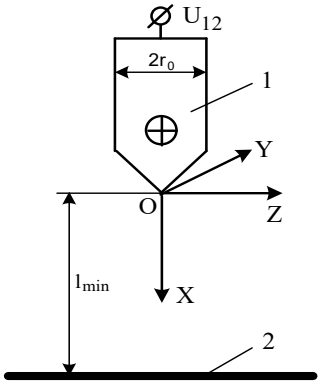
СЕКЦІЯ 11
ЕЛЕКТРОМАГНІТНА СТІЙКІСТЬ

СПРОЩЕНА ЕЛЕКТРОФІЗИЧНА МОДЕЛЬ ПРОБОЮ ДОВГОГО ПОВІТРЯНОГО ПРОМІЖКУ ДВОЕЛЕКТРОДНОЇ РОЗРЯДНОЇ СИСТЕМИ "ВІСТРЯ–ПЛОЩИНА" СТАНДАРТНИМ КОМУТАЦІЙНИМ АПЕРІОДИЧНИМ ІМПУЛЬСОМ ВИСОКОЇ НАПРУГИ

Баранов М.І.

НДПКІ «Молнія» Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Запропоновано спрощену електрофізичну модель електричного іскрового пробою довгих повітряних проміжків мінімальною довжиною l_{min} в двоелектродній розрядній системі (ДЕРС) "вістря-площина" (див. рис. 1 *а*, *в*) стандартним комутаційним аперіодичним імпульсом високої напруги $U_{12}(t)$ часової форми T_m/T_p≈200 мкс/1990 мкс позитивної полярності, де T_m, T_p − відповідно час, який відповідає амплітуді U_{12m} імпульсу напруги і його тривалості на рівні 0,5U_{12m}.



а)



б)

Рис. 1 *а*, *в*. Загальний вигляд розрахункової (*а*) і дослідної (*б*) повітряної ДЕРС "вістря-площина" (1, 2 − металевий стрижень-вістря з радіусом r_c<<r_0 кривизни його напівкульового краю з потенціалом $\varphi_1(t)$≈$U_{12}(t)$ і заземлена металева площина з потенціалом φ_2≈0).

Ця електрофізична модель електричного пробою повітряної ізоляції в цій ДЕРС базується на результатах наближеного розрахунку в довгому повітряному проміжку цієї ДЕРС різко неоднорідного сильного імпульсного електромагнітного поля та виникненні під його впливом поблизу її потенціального металевого електроду-вістря яскравої сферичної зони радіусом r_i>>r_c активної ударної іонізації електронами її атмосферного повітря, з якої при досягненні для часу T_d пробою на цьому електроді-вістрі ДЕРС напруги рівня $U_{12}(T_d)$≈U_{ed} розвивається плазмовий канал позитивного лідера. З урахуванням відомих в світі результатів досліджень електророзрядних процесів в цій повітряній ДЕРС визначено співвідношення для наближеного розрахунку напруги появи U_{ed} в досліджуваній ДЕРС "вістря-площина" позитивного лідера. Виконані нами експерименти підтвердили достовірність цього розрахункового співвідношення для напруги U_{ed}. Запропонована спрощена електрофізична модель пробою довгого повітряного проміжку в ДЕРС "вістря-площина" дозволяє в режимі квазістаціонарного наближення для електромагнітних процесів, що протікають в цій повітряній ДЕРС, визначити основні амплітудно-часові характеристики цього явища в атмосферному повітрі досліджуваної високовольтної ДЕРС "вістря-площина".

ЕЛЕКТРОФІЗИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛАЗМОВОГО КАНАЛУ ЛІДЕРА В ДОВГОМУ ПОВІТРЯНОМУ ПРОМІЖКУ ДВОЕЛЕКТРОДНОЇ РОЗРЯДНОЇ СИСТЕМИ "ВІСТРЯ–ПЛОЩИНА" З КОМУТАЦІЙНИМ АПЕРІОДИЧНИМ ІМПУЛЬСОМ ВИСОКОЇ НАПРУГИ

Баранов М.І.

НДПКІ «Молнія» Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Надані результати визначення основних електрофізичних характеристик (ЕФХ) плазмового каналу позитивного лідера при іскровому пробої довгих повітряних проміжків в двоелектродній розрядній системі (ДЕРС) "вістря-площина" стандартним комутаційним аперіодичним імпульсом високої напруги $U_{12}(t)$ часової форми T_m/T_p≈200 мкс/1990 мкс позитивної полярності, де T_m, T_p – відповідно час, який відповідає амплітуді U_{12m} цього імпульсу напруги і його тривалості на рівні $0{,}5U_{12m}$. Під основними ЕФХ плазмового каналу лідера, який виникає при електричному пробої довгих повітряних проміжків в досліджуваній ДЕРС "вістря-площина", розуміються: густина n_{eL} електронів і електричний потенціал U_{eL} в головці лідера; погонний заряд q_{Ll} каналу лідера; густина δ_{eL} електронного струму i_{eL} і цей струм i_{eL} в каналі лідера; напруженості електричного поля всередині E_{Li} і зовні E_{Le} каналу лідера; довжина l_s стримерної зони перед головкою лідера; максимальна електронна температура T_{mL} в плазмі каналу лідера; погонний активний опір R_{Ll} і повний активний опір R_{Lc} каналу лідера. Показано, що максимальна електронна температура T_{mL} в плазмі лідера для повітряної ДЕРС "вістря-площина" при густині n_{eL}≈$0{,}7\cdot10^{21}$ м$^{-3}$ електронів в плазмі лідера цієї ДЕРС приймає чисельне значення T_{mL}≈$15{,}39\cdot10^3$ К. Встановлено, що при мінімальній довжині l_{min}=1,5 м повітряного проміжку в цій ДЕРС з пробивною напругою U_d≈611,6 кВ при густині n_{eL} електронів в сферичній головці цього лідера радіусом R_{eL}≈0,5 мм біля n_{eL}≈$0{,}7\cdot10^{21}$ м$^{-3}$ її потенціал U_{eL} змінюється від рівня U_d≈611,6 кВ (початок розвитку лідера) до нуля (завершення розвитку лідера і настання при довжині його каналу l_L≈$1{,}13l_{min}$ в проміжку ДЕРС крізної фази розряду). Показано, що в стримерній зоні проміжку поблизу головки лідера (при R_{eL}≈0,5 мм на відстані x_s≈$10R_{eL}$≈5 мм від неї) досліджуваної ДЕРС (l_{min}=1,5 м) формується надсильне імпульсне електричне поле з максимальною напруженістю біля E_{Lem}≈21,1 МВ/м. При цьому усереднена за довжиною зигзагоподібного шляху проростання в повітрі лідера розряду напруженість E_{Li} подовжнього електричного поля всередині його каналу радіусом R_L≈0,5·мм в досліджуваній ДЕРС для випадку, коли l_{min}=1,5 м і U_d≈611,6 кВ, при питомій електропровідності γ_{Le}≈10^4 (Ом·м)$^{-1}$ рівноважної плазми каналу лідера складає E_{Li}≈16,6 кВ/м. Встановлено, що усереднена довжина l_s стримерної зони в цій ДЕРС перед головкою лідера складає l_s≈1,3 м, а погонний заряд q_{Ll} каналу лідера дорівнює q_{Ll}≈$58{,}7\cdot10^{-6}$ Кл/м. Густина δ_{eL} струму i_{eL} в каналі лідера приймає значення δ_{eL}≈$1{,}66\cdot10^8$ А/м^2, а струм i_{eL} убік її заземленого електроду-площини – i_{eL}≈130,5 А. Погонний активний опір R_{Ll} каналу лідера складає R_{Ll}≈127,3 Ом/м, а його повний активний опір дорівнюватиме біля R_{Lc}≈$1{,}13R_{Ll}\cdot l_{min}$≈215,8 Ом.

РОЗРАХУНОК СИЛЬНОГО ІМПУЛЬСНОГО ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ В ДОВГОМУ ПОВІТРЯНОМУ ПРОМІЖКУ ДВОЕЛЕКТРОДНОЇ РОЗРЯДНОЇ СИСТЕМИ "ВІСТРЯ–ПЛОЩИНА" З КОМУТАЦІЙНИМ АПЕРІОДИЧНИМ ІМПУЛЬСОМ ВИСОКОЇ НАПРУГИ

Баранов М.І.

НДПКІ «Молнія» Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Приведені результати розрахункового визначення напруженостей електричного $E_x(x,z,t)$ і магнітного $H_y(x,z,t)$ імпульсних полів в довгому повітряному проміжку двоелектродної розрядної системи (ДЕРС) "вістря-площина" із стандартним комутаційним аперіодичним імпульсом високої напруги $U_{12}(t)$ часової форми T_m/T_p≈200 мкс/1990 мкс позитивної полярності, де T_m, T_p − відповідно час, який відповідає амплітуді U_{12m} цього імпульсу напруги і його тривалості на рівні $0{,}5U_{12m}$. Розглянуто прикладний випадок, коли ця ДЕРС містить вертикально розміщений в атмосферному повітрі потенціальний електрод у вигляді металевого круглого стрижня радіусом r_0 із загостреним нижнім краєм з радіусом r_c його кривизни $r_c<<r_0$ і заземлений плоский електрод у вигляді горизонтально розташованої металевої площини, габаритні розміри якої перевищують мінімальну довжину l_{min} її повітряного проміжку. На основі аналітичного розв'язання з використанням для розрахункової електродинамічної моделі цієї ДЕРС декартової системи координат XOZ з її прив'язкою до загостреного напівкульового краю електроду-вістря ДЕРС системи рівнянь Максвелла з крайовими умовами, які відповідають прийнятій геометрії електродів ДЕРС "вістря-площина" і часовій формі вказаного імпульсу напруги $U_{12}(t)$, показано, що у першому наближенні вирішення польової задачі, що розглядається, для напруженостей електричного $E_x(x,z,t)$ і магнітного $H_y(x,z,t)$ імпульсних полів в робочій зоні досліджуваної ДЕРС з довгим повітряним проміжком мінімальною довжиною 1 м≤l_{min}≤100 м можна записати у вигляді електродинамічних співвідношень:
$E_x(x,z,t) \approx k_{12}U_{12m}(x+r_c)^{-1}[e^{-(k_0 z+\alpha_1 t)} - e^{-(k_0 z+\alpha_2 t)}]$; $H_y(x,z,t) \approx k_{12}U_{12m}(x+r_c)^{-1}Z_0^{-1}[e^{-(k_0 z+\alpha_1 t)} - e^{-(k_0 z+\alpha_2 t)}]$, де x, z – координати точки для плоско-меридіанного імпульсного електромагнітного поля уздовж осей OX і OZ, які орієнтовані відповідно уздовж і поперек довгого повітряного проміжку ДЕРС; k_0≈$0{,}5\pi T_m^{-1}(\varepsilon_0\mu_0)^{1/2}$ − подовжнє хвилеве число; ε_0=8,854·10^{-12} Ф/м, $\mu_0=4\pi\cdot10^{-7}$ Гн/м − електрична і магнітна постійні; α_1≈$0{,}76/T_p$, α_2≈$3{,}79/T_m$ − коефіцієнти форми імпульсу напруги $U_{12}(t)$; $Z_0=(\mu_0/\varepsilon_0)^{1/2}$ − хвилевий опір повітряного простору розрядного проміжку ДЕРС; $k_{12}=[(\beta_0)^n-(\beta_0)^m]^{-1}$ − нормуючий коефіцієнт; $\beta_0=\alpha_1/\alpha_2$; $n=\alpha_1/(\alpha_2-\alpha_1)$; $m=\alpha_2/(\alpha_2-\alpha_1)$. Показано, що мінімальна довжина λ_0≈$2\pi/k_0$≈$4T_m(\varepsilon_0\mu_0)^{-1/2}$ плоскої вертикально поляризованої поперечної електромагнітної хвилі, що "біжить" в повітрі досліджуваної ДЕРС, при T_m=200 мкс набуває чисельного значення λ_0≈240·10^3 м. Тому для робочої зони цієї ДЕРС при $x\le l_{min}$, 1 м≤l_{min}≤100 м, $z<<\lambda_0$ і k_0z≈$2\pi z/\lambda_0$≈0 отримані і вказані вище хвильові співвідношення для напруженостей електричного $E_x(x,z,t)$ і магнітного $H_y(x,z,t)$ імпульсних полів в повітрі даної ДЕРС вироджуються у відповідні наближені розрахункові квазістаціонарні електродинамічні співвідношення.

АМПЛІТУДНО-ЧАСОВІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПРОБОЮ ДОВГИХ ПОВІТРЯНИХ ПРОМІЖКІВ ДВОЕЛЕКТРОДНОЇ РОЗРЯДНОЙ СИСТЕМИ "ВІСТРЯ–ПЛОЩИНА" КОМУТАЦІЙНИМ АПЕРІОДИЧНИМ ІМПУЛЬСОМ ВИСОКОЇ НАПРУГИ

Баранов М.І.

НДПКІ «Молнія» Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

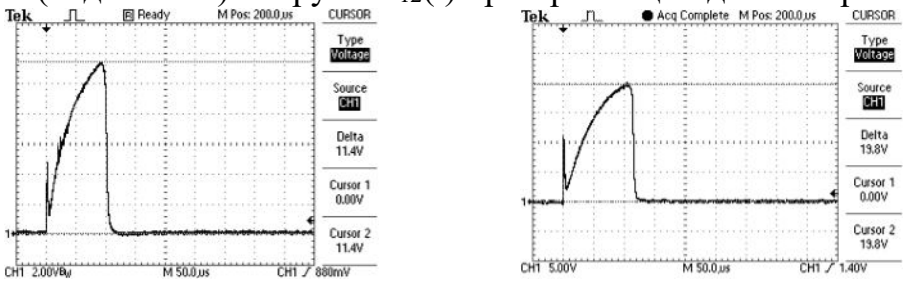
Приведені результати розрахунково-експериментального визначення основних амплітудно-часових харатеристик (АЧХ) електричного іскрового пробою довгих повітряних проміжків мінімальною довжиною 1 м$\le l_{min}\le$4 м в двоелектродній розрядній системі (ДЕРС) "вістря-площина" стандартним комутаційним аперіодичним імпульсом над- і високої напруги $U_{12}(t)$ часової форми $T_m/T_p\approx$200 мкс/1990 мкс позитивної полярності (T_m, T_p − відповідно час, який відповідає амплітуді U_{12m} цього імпульсу напруги і його тривалості на рівні $0{,}5U_{12m}$). Під основними АЧХ пробою довгих повітряних проміжків в досліджуваній ДЕРС "вістря-площина" розуміються: по-перше, пробивна (розрядна) напруга U_d; по-друге, усереднена за довжиною пробивна напруженість E_d сильного електричного поля; по-третє, час T_d, який при досягненні імпульсною напругою $U_{12}(t)$ в ДЕРС рівня пробивної напруги U_d відповідає моменту початку різкого падіння (комутації) напруги на розрядному повітряному проміжку мінімальною довжиною l_{min} цієї ДЕРС. Отримано емпіричне розрахункове співвідношення для часу T_d електричного іскрового пробою довгих повітряних проміжків в досліджуваній високовольтній ДЕРС "вістря-площина", достовірність якого підтверджено експериментально. Вперше розрахунковим шляхом показано, що пробій атмосферного повітря в цій ДЕРС завжди відбувається на передньому фронті ($0<T_d<T_m$) діючого в ДЕРС "вістря-площина" вказаного комутаційного аперіодичного імпульсу напруги $U_{12}(t)$. Отримано наближене розрахункове співвідношення для визначення в досліджуваній ДЕРС "вістря-площина" пробивної (розрядної) напруги U_d її довгих повітряних проміжків мінімальною довжиною l_{min} з діапазону 1 м$\le l_{min}\le$4 м при дії в цій ДЕРС стандартного комутаційного аперіодичного імпульсу над- і високої напруги $U_{12}(t)$ часової форми $T_m/T_p\approx$200 мкс/1990 мкс позитивної полярності. Достовірність цього співвідношення для пробивної напруги U_d підтверджена результатами виконаних в ДЕРС "вістря-площина" з радіусом кривизни краю її вістря $r_c\approx$3 мм відповідних високовольтних експериментів. Вперше показано, що ця пробивна напруга U_d відповідає розрахунковій напрузі появи U_{ed} позитивного лідера в цій ДЕРС. Встановлено, що усереднена за довжиною дослідна пробивна напруженість $E_d\approx U_d/(1{,}13l_{min})$ сильного імпульсного електричного поля в повітряному проміжку цієї ДЕРС при дії на неї вказаного стандартного комутаційного аперіодичного імпульсу напруги $U_{12}(t)$ позитивної полярності для l_{min}=1,5 м при $U_d\approx$611,6 кВ складає $E_d\approx$360,8 кВ/м, а для l_{min}=3,0 м при $U_d\approx$1062,3 кВ − $E_d\approx$313,4 кВ/м. При цьому усереднені розрахункові пробивні значення E_d при l_{min}=1,5 м ($U_d\approx$621,4 кВ) і l_{min}=3,0 м ($U_d\approx$1049,2 кВ) складають відповідно $E_d\approx$366,6 кВ/м і $E_d\approx$309,5 кВ/м.

РОЗРАХУНКОВО-ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ШВИДКОСТІ ПРОСУВАННЯ ЛІДЕРА В ДОВГОМУ ПОВІТРЯНОМУ ПРОМІЖКУ ДВОЕЛЕКТРОДНОЇ РОЗРЯДНОЇ СИСТЕМИ "ВІСТРЯ–ПЛОЩИНА" З АПЕРІОДИЧНИМ ІМПУЛЬСОМ ВИСОКОЇ НАПРУГИ

Баранов М.І.

НДПКІ «Молнія» Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Надані дані по обгрунтуванню можливості визначення швидкості v_L просування плазмового каналу позитивного лідера в довгому повітряному проміжку мінімальною довжиною l_{min} двоелектродної розрядної системи (ДЕРС) "вістря-площина" при його електричному пробої стандартним комутаційним аперіодичним імпульсом над- і високої напруги $U_{12}(t)$ часової форми T_m/T_p≈200 мкс/1990 мкс позитивної полярності, де T_m, T_p − відповідно час, який відповідає амплітуді U_{12m} цього імпульсу напруги і його тривалості на рівні 0,5U_{12m}. Запропонований спосіб розрахунково-експериментального визначення усередненої за довжиною швидкості v_L просування позитивного лідера в розрядному повітряному проміжку цієї ДЕРС базується на результатах розшифрування згідно вимог стандарту ГОСТ 1516.2-97 відповідних осцилограм для пробивної (розрядної) напруги U_d≈$U_{12}(T_d)$, де T_d – час пробою повітряного проміжку в ДЕРС "вістря-площина" дискретною мінімальною довжиною l_{min} (наприклад, l_{min}=1,5 м і l_{min}=3,0 м), на цих дослідних повітряних проміжках ДЕРС з вказаними випробувальними імпульсами високої (надвисокої) напруги $U_{12}(t)$, які формуються в ДЕРС надвисоковольтним генератором типу ГКІН-2 на напругу до ±2 МВ. На рис. 1 *а*, *в* зображені відповідні осцилограми пробивної напруги U_d за результатами зрізу імпульсу високої (надвисокої) напруги $U_{12}(t)$ при пробої цих довгих проміжків.



а) *в*)

Рис. 1 *а*, *в*. Осцилограми зрізаних комутаційних аперіодичних імпульсів високої (надвисокої) напруги часової форми T_m/T_p≈200 мкс/1990 мкс позитивної полярності при пробої повітряних проміжків довжиною l_{min}=1,5 м (осц. *а*); U_d≈611,6 кВ; T_d≈95 мкс; T_{dc}≈17 мкс − тривалість зрізу (комутації) імпульсу напруги $U_{12}(t)$) і l_{min}=3,0 м (осц. *в*); U_d≈1062,3 кВ; T_d≈104 мкс; T_{dc}≈33 мкс − тривалість зрізу (комутації) імпульсу напруги $U_{12}(t)$) в ДЕРС.

При розрахунку швидкості v_L просування лідера в повітряному проміжку ДЕРС за формулою v_L≈1,13l_{min}/T_{dc} для виключення впливу параметрів розрядного кола ГКІН-2 з його формуючою ємністю C_F≈13,3 нФ на процес комутації напруги U_d≈$U_{12}(T_d)$ при його пробої, тобто на тривалість T_{dc} зрізу напруги $U_{12}(t)$, в це коло вмикався великий активний опір R_C≈4,59 кОм для забезпечення постійної спаду τ_C напруги U_d на проміжку ДЕРС не менше τ_C≈$R_C C_F$≈61 мкс. Тому, наприклад, значення T_{dc}≈17 мкс визначалося тільки тривалістю просування лідера в ДЕРС (l_{min}=1,5 м) і відповідно його швидкістю v_L≈1,13l_{min}/T_{dc}≈10^5 м/с.

КОНЦЕПЦІЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ СУМІСНОСТІ МЕРЕЖ РОЗПОДІЛЕНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

Войтенко Д.Є., Руденко С.С., Коліушко Д.Г., Глєбов О.Ю. Фураєв Ю.О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Застосування нових джерел живлення електричної енергії (таких як сонячні та вітрові електростанції, турбогенератори), та реалізація принципів SMARTGRID-MICROGRID потребує удосконалення існуючих і розроблення нових нормативних документів з питань їх улаштування й експлуатації. Враховуючи, що поєднання такого різноманіття у єдину систему не тільки в Україні, а і у світі відбувається вперше, необхідно забезпечити електромагнітну сумісність (ЕМС) вказаних технічних об'єктів до дії потужних електромагнітних полів природного і штучного походження в умовах агресії, як прямої так і гібридної.

Вплив електромагнітної обстановки на стійкість технічних засобів, оборонних об'єктів та об'єктів критичної інфраструктури регулюється відповідно до [1], де розглянуті питання стійкості їх систем до дії первинних та вторинних проявів удару блискавки, електричного та магнітного полів штучного походження.

Критичний стан у надійності експлуатації енергосистеми України підтверджується низкою аварій внаслідок порушення вимог ЕМС в частині вирівнювання потенціалів та несправності ЗП. Тому забезпечення безаварійної роботи саме цих систем є актуальною проблемою, вирішувати яку можна трьома способами: усунення завад в джерелі (зміна параметрів первинних кіл; зміна компонування високовольтного обладнання); усунення завад в приймачі (установка захисних пристроїв в сигнальних портах і в портах живлення; екранування технічних засобів, що захищаються, та приміщень); усунення завад на шляху поширення впливів від джерела до приймача, тобто ослаблення механізму зв'язку (зміна параметрів кабелів вторинних кіл, в тому числі заземлення та екранування).

Для діючих об'єктів найбільш ефективним з технічної та економічної точки зору є ослаблення механізмів передачі завад від джерела до реципієнта. Кожен об'єкт має унікальну електромагнітну (ЕМ) обстановку, обумовлену його інженерно-технічними особливостями, геофізичними, метеорологічними факторами, взаєморозташуванням з іншими об'єктами, наявністю комунікацій тощо. Оскільки практично відсутня можливість відтворення та впливу на обладнання об'єктів найбільш потужних дестабілізуючих ЕМ факторів, важливу роль у визначенні ЕМО відіграють розрахункові та імітаційні методи визначення параметрів електромагнітних перешкод в ланцюгах.

Розвиток та узагальнення зазначених методів дослідження дозволяє розробити концепцію забезпечення ЕМС у мережах розподіленої генерації.

Література:

1. IEC 61000-4-25:2001 Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-25: Testing and measurement techniques. 98 p.

ВИЗНАЧЕННЯ НАПРУГ, ЩО ПРИКЛАДАЮТЬСЯ ДО ОПН ЕКРАНІВ КАБЕЛЬНОЇ ЛІНІЇ 330 кВ

Глєбов О.Ю., Руденко С.С., Коліушко Д.Г., Кіприч С.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Для підвищення надійності роботи енергосистеми України в умовах триваючої збройної агресії, актуальним є перехід на виконання магістральних підстанцій у вигляді ЗРП, в тому числі підземного виконання, а ліній електропередач до них – кабельних ліній. Практика експлуатації кабельних ліній 330 кВ в Україні вказує на наявність проблем з захисту їх від перенапруг. Як правило, екрани подібних ліній захищаються шляхом встановлення ОПН-6 кВ з урахуванням їх транспозиції. Авторами розроблена методика визначення напруг, які будуть прикладатися до кабелів в процесі експлуатації лінії. Напруги, прикладені до ОПН-6 кВ екранів, визначалися при математичному моделюванні заряду та розряду кабельних ліній Л-1 та Л-2 у чотирьох схемах з'єднання та заземлення екранів кабелів, (для схеми 1 наведено на рис. 1).

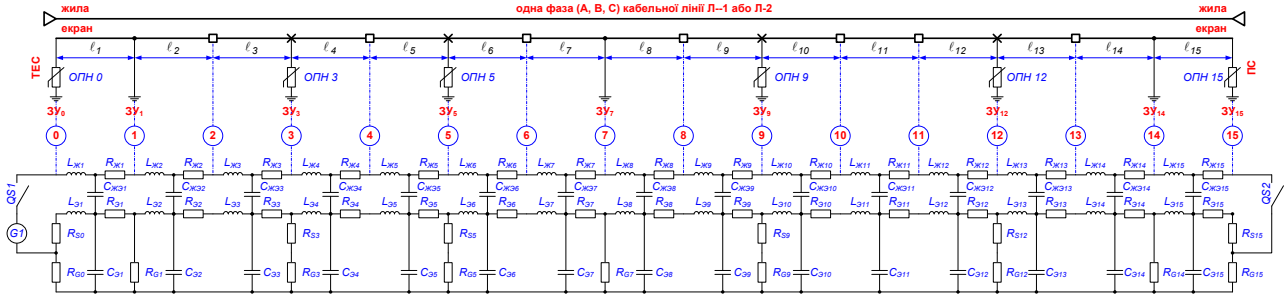


Рисунок 1 – Розрахункова схема для моделювання перехідних процесів КЛ-330 кВ

На рис. 2 наведено графіки перехідних процесів напруги, що прикладаються до ОПН-6 кВ екранів, при заряді фази А кабельної лінії.

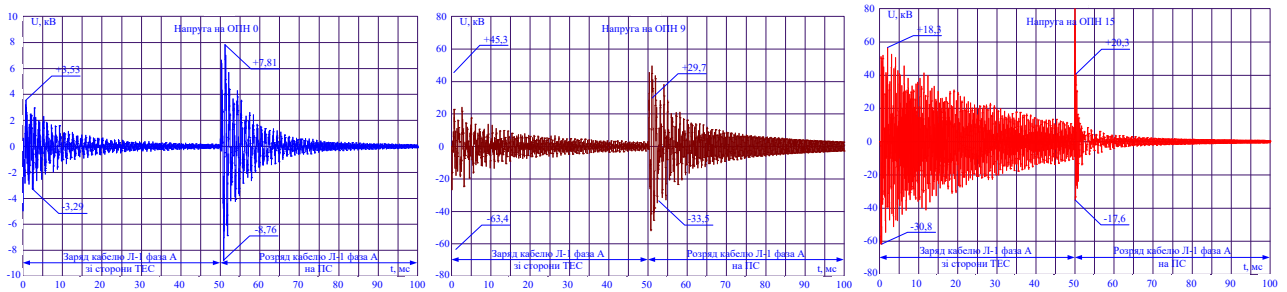


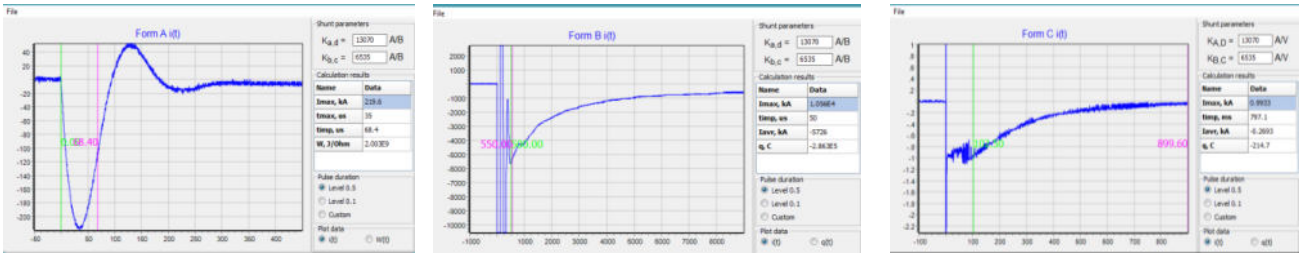
Рисунок 2 – Результати моделювання перехідних процесів КЛ-330 кВ фази А

За результатами розрахунків було встановлено, що найбільші амплітудні значення напруги на ОПН-6 кВ екранів виникають у розрахунковій схемі 2, в якій, в порівнянні з іншими схемами, є тільки одна відмінність: точка сполучення циклів транспозиції екранів не заземлена, а в інших схем ця точка заземлена. Найменші амплітудні значення напруги на ОПН-6 кВ екранів виникають у розрахунковій схемі 1 (див. рис. 1), в якій порівняно зі схемами 3 і 4 є тільки одна відмінність: екран кабелю не заземлений по краях, а у схем 3 і 4 екран кабелю по краях заземлений. Слід зазначити, що у схемах 3 і 4 виникають однакові напруги на відповідних ОПН.

ПРОГРАМНИЙ ЗАСІБ ДЛЯ ОБРОБКИ ОСЦИЛОГРАМ СТРУМУ ПРЯМОГО УДАРУ БЛИСКАВКИ

Істомін О.Є., Руденко С.С., Коліушко Д.Г., Глєбов О.Ю.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сучасні міжнародні та вітчизняні стандарти передбачають необхідність виконання випробувань на вплив прямого удару блискавки шляхом інжекції імпульсу струму з заданими параметрами в об'єкт випробувань. Процес випробувань має забезпечувати формування як окремих нормованих компонент, так і основних комбінацій компонент струму штучної блискавки (імпульсної компоненти A; проміжної компоненти B; тривалої компоненти C; укороченої тривалої компоненті C*; повторної імпульсної компоненти D; та їх комбінації). На рис. 1 наведено типові осцилограми компонент A, B та C під час верифікаційних випробувань. Метою роботи є створення програмного засобу для визначення нормованих амплітудно-часових параметрів імпульсів струму штучної блискавки, які фіксуються осцилографом[1].



а б в

Рисунок 1 – Компоненти струму штучної блискавки у вікні програми:
а – A-компонента; б – B-компонента; в – C*-компонента

Для вирішення поставленої задачі було розроблено алгоритм програми для інтерпретації результатів випробовування технічних об'єктів на стійкість до прямого удару блискавки в частині обробки осцилограм різних компонент струму. Реалізація алгоритму у вигляді програмного засобу для інтерпретації осцилограм була виконана в середовищі програмування Embracadero RAD Studio XE8. Під час реалізації було враховано стандартизовані способи визначення фронту імпульсу, часу наростання та тривалості імпульсу. Крім того, програма дозволяє визначати величину заряду та інтеграл дії струму у відповідності з нормованими значеннями. Додана можливість ручного корегування інтервалу аналізу, що дозволяє відсіяти вплив інших компонент струму та «шумів». Розроблений програмний засіб знайшов практичне застосування під час верифікаційних випробувань комплексу генераторів струму штучної блискавки.

Література:

1. Коліушко Д. Г., Руденко С. С., Істомін О. Є., Глєбов О. Ю. Обробка результатів вимірювання під час випробування об'єкту на вплив прямого удару блискавки. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ». 2024. № 4 (22). С. 62–68. doi:10.20998/2413-4295.2024.04.08.

РОЗРОБКА ПРИЛАДУ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТОПОЛОГІЇ ГАЛЬВАНИЧНИХ ЗВ'ЯЗКІВ ЕНЕГЕРГООБ'ЄКТІВ

Плічко А.В., Руденко С.С., Коліушко Д.Г., Іщенко Ю.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Для забезпечення ЕМС на діючих енергетичних об'єктах або тих, що приймаються в експлуатацію, необхідно вживати заходи з приведення електромагнітної обстановки у відповідність до нормованих параметрів обладнання. Важливої задачею в ході вирішення вказаної проблеми є комплексне обстеження з використанням вимірювальних приладів та математичних моделей, які враховують як механізми впливу (гальванічний, ємнісний та індуктивний зв'язки) ЕМ завад на системи телемеханіки та вимірювання, так і джерела завад (струм КЗ, струм блискавки, комутаційні перенапруги). Для визначення топології гальванічних з'єднань використовуються спеціалізовані вимірювальні комплекси та трасопошукачі.

Нове покоління трасопошукача має відповідати наступним вимогам:

–підвищена чутливість у порівнянні з аналогами (КДЗ-1У та KNTR-1);

–завадозахищеність від впливу ЕМП промислової та високої частоти;

–можливість автономної роботи від вбудованого акумулятору;

–зменшення масогабаритних показників у порівнянні з аналогами (КДЗ-1У та KNTR-1);

–вдосконалення методики роботи з метою зменшення кількості перемикань.

Потрібний трасопошукач проєктується у вигляді автономного генератору (див. рис. 1, а) та датчику з реєстратором магнітного поля (див рис. 1, б). Фізичний принцип роботи традиційно буде ґрунтуватися на використанні індукційного методу пошуку гальванічно з'єднаних провідників. Генератор базується на використані широкоімпульсного модулятору, що дозволяє задавати частоту сигналу та скважність з певного діапазону значень, а реєстратор – на використанні вольтметра з фільтрами заданої частоти.

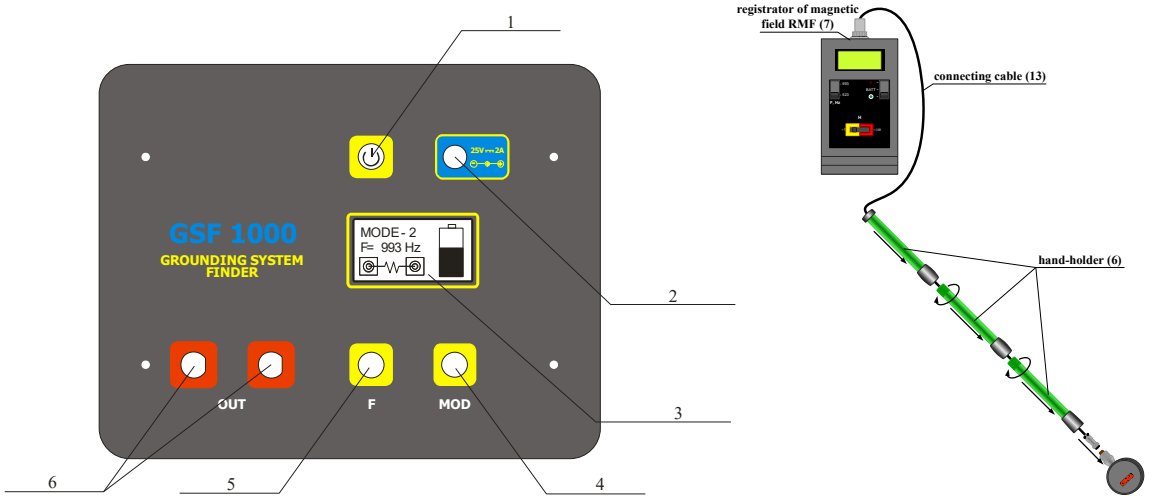


Рисунок 1 – Лицьова панель генератору приладу (а); реєстратор магнітного поля та датчик (б)

ВИЗНАЧЕННЯ РОБОЧОГО ДІАПАЗОНУ РЕГУЛЬОВАНОГО РОЗРЯДНИКА З ВУГЛЕГРАФІТОВИМИ ЕЛЕКТРОДАМИ

Тейберман Є.М., Руденко С.С., Маравський В.В., Коліушко Д.Г., Плічко А.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Важливим елементом високовольтних імпульсних установок є комутаційні пристрої різного типу виконання. Найпоширенішими та найпростішим за конструкцією є двоелектродні повітряні розрядники. При використанні їх для надпотужних генераторів імпульсів струму (ГІС), наприклад в комплексі генераторів штучного струму блискавки, до таких розрядників висуваються жорсткі вимоги: здатність комутувати заряд величиною не менше 200 Кл; можливість регулювання робочого зазору; забезпечення стабільності роботи; довготривалість експлуатації.

Досвід реалізації високовольтних випробувальних установок в НДПКІ "Молнія" НТУ "ХПІ" показує, що оптимальним з цієї точки зору є реалізація розрядників з вуглеграфітовими пласкими електродами, які дозволяють забезпечити необхідну енергетику комутації при довготривалій експлуатації. Пласка форма електродів пояснюється поступовим нерівномірним зношенням, яку не вдалося б оперативно усунути для електродів з криволінійною поверхнею. Враховуючи, що робоча напруга є досить низькою для подібних ГІС і знаходиться, як правило, в діапазоні 3–20 кВ, діаметр електродів та зазор між ними можуть бути відносно невеликими. Спроєктований та виготовлений авторами двоелектродний малогабаритний повітряний розрядник на напругу 5 кВ типу ДМВР-5М з вуглеграфітовими електродами, було встановлено в розрядних ланцюгах генераторів ГІС-В і ГІС-С (ГІС-С*) [1]. Для забезпечення надійної роботи установки були проведені дослідження робочого діапазону розряднику, які полягали у визначенні залежності величини напруги спрацювання розряднику U_d від міжелектродної відстані d. Для цього була проведена серія випробувань з 6 розрядів для кожного значення d з використанням установки УІМ-90 (швидкість підйому напруги 2 кВ/с; максимальна напруга 90 кВ). На рис. 1, а наведено зовнішній вигляд високовольтного стенду, а на рис. 1, б – отримана крива.

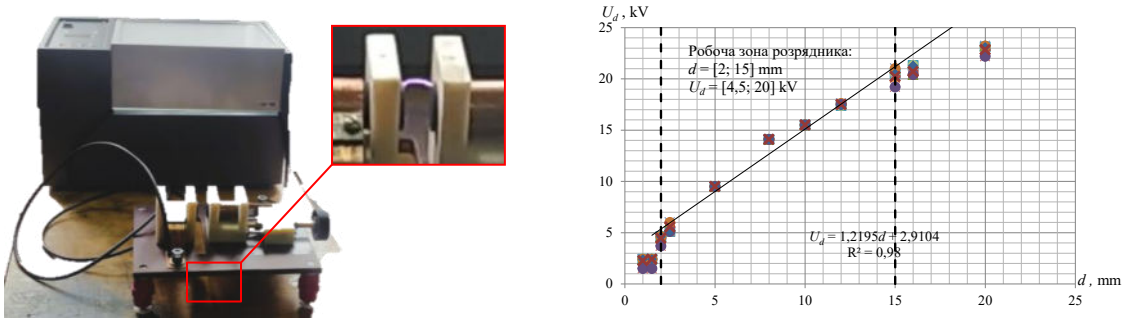


Рисунок 1 – Випробувальний стенд з розрядником ДМВР-5М (а) та його робоча характеристика (б)

Література:

1. Baranov M.I., Buriakovskyi S.G. Electrical engineering equipment for generating and measuring of complete pulse current of artificial lightning in the conditions of high-voltage electrophysics laboratory. Electrical Engineering & Electromechanics, 2024, no. 3, pp. 55-65.

СЕКЦІЯ 12
ВОЄННІ НАУКИ, НАЦІОНАЛЬНА БЕЗПЕКА, БЕЗПЕКА ДЕРЖАВНОГО КОРДОНУ

ФІЗИЧНЕ ВИХОВАННЯ КУРСАНТІВ ШЛЯХОМ ВПРОВАДЖЕННЯ МОТИВАЦІЇ ДО ПОКРАЩЕННЯ РІВНЯ ФІЗИЧНОЇ ПІДГОТОВЛЕНОСТІ

Абраменко О.О., Білик В.А.

Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

На сьогодні питання ефективного фізичного виховання курсантів ВВНЗ (вищих військових навчальних закладів) набуває особливої актуальності. В рамках практичного досвіду ми звернули увагу на певну проблему — відсутність чітких мотиваційних механізмів, які б спонукали курсантів до самостійних занять фізичними вправами. Діючі заходи зосереджені переважно на санкціях за незадовільні результати, проте не враховують мотивації особового складу, що прагне перевищити базовий рівень.

Метою цього дослідження є розробка практичної моделі мотиваційної системи, яка б охоплювала всі категорії курсантів і стимулювала їх до свідомого підвищення рівня фізичної підготовленості. Ми прагнули не просто змінити формальні критерії, а створити інструмент, що працює в умовах реального навчального процесу.

Під час дослідження було використано аналіз чинної нормативної бази, а також опитування серед курсантів та викладачів ВВНЗ. Також ми взяли до уваги досвід ВВНЗ країн-членів НАТО.

Запропонована система мотивації поширюється на всіх курсантів, незалежно від місця проживання (розташування/поза межами розташування) чи статусу на час вступу військовослужбовці служби за контрактом/цивільна молодь). Серед основних заохочень передбачено звільнення від ранкової зарядки та спортивно-масових заходів — за умови, що курсант має оцінку «відмінно» за сесію, не має заборгованостей та демонструє достатній рівень за поточними модулями або при оцінці за сесію на оцінки «задовільно» та «добре» не має заборгованостей та за результатами поточного модуля оцінений на оцінку «відмінно».

Решта курсантів залучаються до заходів у повному обсязі, що дозволяє викладачам приділяти більше уваги саме тим, хто потребує додаткової роботи.

Реалізація системи сприятиме не лише загальному покращенню фізичної підготовленості, а й зниженню кількості курсантів із низькими результатами, підвищенню дисципліни та формуванню сталої внутрішньої мотивації. У перспективі це дозволить створити умови, в яких переважає оцінка «відмінно», а «незадовільно» фактично зникає як явище.

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ВІЙСЬК (СИЛ) ПІД ЧАС ВІДСІЧІ ЗБРОЙНОЇ АГРЕСІЇ РФ З УРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ ПРАКТИЧНОГО СТАЖУВАННЯ У ВІЙСЬКАХ

Антонюк А.І., Корховий Р.О.

Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У роботі розглянуто питання щодо аналізу ефективності застосування військ (сил) під час відсічі збройної агресії РФ.

Під час виконання бойового завдання одним із розрахунків танкового екіпажу, в районі південної частини місця виконання завдань, ворожим вогнем противника було пошкоджено танк Т-64 наших сил оборони, який через ряд пошкоджень не міг якісно виконувати поставлене командуванням бойове завдання. Командир екіпажу, після доповіді старшому начальнику та узгодження прийнятого рішення замаскувати танк для подальшої спроби його евакуації, разом з екіпажем здійснив поступове переміщення до лісосмуги та успішно вийшов на позиції суміжного підрозділу подолавши відстань 3,5 км.

З вище описаної ситуації, яка склалася з танковим екіпажем можна переконливо стверджувати, що саме розвиток важливо-професійних фізичних якостей військовослужбовців-танкістів, а саме добре розвинута сила та загальна витривалість дала їм змогу врятувати своє життя та здійснити переміщення від пошкодженої техніки до найближчої безпечної позиції своїх військ.

Також взаємодія та злагоджена робота між підрозділами які утримують спільний напрямок оборони якісний аналіз командирами усіх рівнів ситуації що склалася та раптове реагування на зміну в обстановці, дають змогу ефективно утримувати займані позиції та рубежі оборони.

Отже, застосування військ під час бойових дій потребує не лише технічної оснащеності та злагодженості підрозділів, але й високого рівня фізичної підготовки підлеглого особового складу. Ефективність дій у критичних ситуаціях часто визначається саме витривалістю бійців, рішучістю та готовністю до дій в екстремальних умовах загрози їхньому життю та здоров'ю. Практичний досвід стажування у військах дає змогу зрозуміти та проаналізувати ситуації що складаються у бойових умовах, що зайвий раз підтверджує ключову роль людського фактору в досягненні успіху бойових операцій.

Отриманий досвід під час стажування необхідно враховувати в навчальному процесі курсантів вищих навчальних закладів.

Література:

1. Звіт практичного стажування у військах науково-педагогічних працівників з числа військовослужбовців вищих навчальних закладів.

2. Підручний збірник воєнних порад Київ 2022-2023.

ПІДХІД ДО ФОРМУВАННЯ МЕТОДИКИ ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕРАКТИВНИХ ТРИВИМІРНИХ ВІЗУАЛІЗАЦІЙ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ БОЙОВОГО ДОСВІДУ ПІДРОЗДІЛІВ

Бабак С.А., Баркатов І.В., Бондарев Г.В., Тюрін В.О., Ткач С.М.
Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Інтерактивні тривимірні візуалізації (далі – ІТВ) являють собою мультимедійний контент, що дозволяє моделювати тактичні дії військ та відтворювати події з високою точністю та деталізацією. Вони дозволяють відображати обстановку з будь-якої точки спостереження, або з боку противника, зокрема, з безпілотних літальних апаратів.

Створення таких візуалізацій в арміях передових країн світу визнано актуальною задачею. Для цього було розроблене програмне забезпечення Visual BattleSpace 1-3, J-Cats, Steel Beasts.

Порівняно з іншими способами подачі інформації про бойові дії (текстовий опис, карта, аудіозапис) ІТВ позбавлені суб'єктивного підходу та мають суттєві переваги:

нейтральність подачі інформації;

візуальна деталізація рельєфу та рослинності, споруд, пори року тощо;

динамічний перебіг бою;

можливість спостерігати за обстановкою з будь-якої точки.

В навчальному процесі візуалізація бойових епізодів сприяє вивченню бойового досвіду, врахуванню його в подальшій діяльності відповідних посадових осіб щодо прийняття рішень та управління підрозділами при підготовці та в ході ведення бойових дій.

Для ефективної підготовки командирів підрозділів з використанням ІТВ необхідно:

розроблення інтерактивних тривимірних макетів місцевості з достатньою деталізацією рельєфу, рослинності, освітлення (день, ніч, обмежена видимість тощо), погодні умови, дорожна мережа, гідрографія та інше;

моделювання різних сценаріїв бойових дій (наступ, оборона, маневр тощо) для різного рівня підрозділів;

візуалізація бойових епізодів (з досвіду ведення бойових дій).

В подальшому проводться розбір дій підрозділів з виявлення помилок та необхідним є отримання зворотнього зв'язку від учасників бойових дій щодо достовірності відтворення умов обстановки та порядку дій підрозділів.

Висновок. ІТВ є важливим інструментом для аналізу бойового досвіду та підготовки бойових дій, а також повинні стати невід'ємним елементом змісту навчальних дисциплін. Використання цих технологій дозволяє значно покращити навчання, планування та ефективність виконання бойових завдань, а також підвищити ефективність аналізу проведених дій для уникнення нераціонального використання ресурсів, а саме головне – зберегти життя військовослужбовців.

МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ЩОДО МОДЕЛЮВАННЯ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ПІДСИСТЕМИ БОРОТЬБИ З РОЗВІДУВАЛЬНИМИ ТА УДАРНИМИ БЕЗПІЛОТНИМИ ЛІТАЛЬНИМИ АПАРАТАМИ ПРОТИВНИКА

Балабуха О.С.[1], Коломійцев О.В.[2], Качуровський Г.М.[1], Кітов В.С.[1],
[1]Харківський національний університет Повітряних Сил імені І. Кожедуба,
[2]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Збільшення кількості та об'ємів завдань зі знищення безпілотних літальних апаратів (БпЛА) противника різних за типами і призначенням, а також постійне скорочення часу на їх вирішення органами управління призвело як до автоматизації і комп'ютеризації діяльності цих органів, так і до створення відповідної системи боротьби.

У роботі проведено аналіз тактико-технічних характеристик розвідувальних та ударних БпЛА коптерного та літакового типів, а також методів їх застосування та знищення. Розкрито особливості підсистеми боротьби з БпЛА противника, а також організаційно-штатну структуру підрозділу для протидії БпЛА противника та визначені його основні завдання.

Розглянуто питання щодо моделювання оцінки ефективності підсистеми боротьби з розвідувальними та ударними БпЛА противника. Модель оцінки ефективності підсистеми боротьби з розвідувальними та ударними БпЛА противника – це система як математичних залежностей, так і логічних правил, які у сукупності дозволяють з високою точністю і повнотою описувати процеси, властивим діям по знищенню БпЛА, прогнозувати хід та результат їх знищення, а також оцінювати ефективність планів та варіантів замислів. Доведено сутність запропонованого методичного підходу з урахуванням складної обстановки.

Література:

1. Коломійцев О.В., Комаров В.О., Катунін А.М., Рудаков І.С., Балабуха О.С., Качуровський Г.М., Ковтунов А.Л., Жирна О.В., Косенко Г.П., Максимов М.О. Особливості застосування безпілотних літальних апаратів коптерного типу. *Theoretical and empirical scientific research: concept and trends: Collection of scientific papers «ΛΌГОΣ» with Proceedings of the VII International Scientific and Practical Conference,* Oxford, August 16, 2024. Oxford-Vinnytsia: P.C. Publishing House & UKRLOGOS Group LLC, 2024. С. 188-198. DOI 10.36074/logos-16.08.2024.

2. Лук'янчук, В., Ніколаєв, І., Бережний, А., Калугін, Д., Долина, М., Коломійцев, О., Третяк, В., Донцов, С., Трофіменко, Ю., Ткачик, В., Служенко, В., Іванов, О., Жуйков, В., & Воронін, А. (2024). Принципи обґрунтування обрису комплексної системи боротьби з малорозмірними безпілотними літальними апаратами в умовах їх масованого застосування. *Scientific Collection «InterConf+»*, (44(197), 681–694. https://doi.org/10.51582/interconf.19-20.04.2024.064.

ВИБІР ТА КЛАСИФІКАЦІЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ РАКЕТНИХ КОМПЛЕКСІВ

Балковий А.В.
Науково-дослідний центр ракетних військ і артилерії, м. Суми

У науковій літературі основні властивості озброєння та військової техніки (ОВТ) різних типів трактуються по-різному. Наприклад, до основних властивостей військової автомобільної техніки відносять рухливість, готовність, захищеність і надійність. Основними властивостями танка є: вогнева потужність, захищеність, рухливість, командна керованість. До основних властивостей стрілецького озброєння відносять: калібр, початкову швидкість, дальність стрільби, точність, вогневу потужність, швидкострільність, надійність, вартість.

До основних властивостей артилерійського озброєння відносять: потужність снарядів, далекобійність, точність стрільби, швидкострільність, вогневу маневреність, рухливість, транспортабельність, надійність в експлуатації, простоту та зручність обслуговування.

Як правило, усі властивості класифікують та об'єднують у дві основні групи: бойові та експлуатаційні властивості. Зокрема, наприклад, до бойових властивостей ракетних комплексів (РК) відносять бойову могутність, мобільність, застосовність, живучість, командна керованість тощо. Тобто це властивості, що характеризують безпосередню здатність РК виконувати завдання із підготовки та нанесення ракетних ударів (РУ). У свою чергу, до експлуатаційних характеристик РК відносять надійність, технологічність, економічність, ергономічність тощо. Це властивості, що характеризують витрати на створення РК та підтримання його у здатності виконувати необхідні функції.

Об'єднальним і підсумовуючим результатів аналізу усіх попередніх досліджень є те, що усі зазначені властивості є похідними від основної властивості – ефективності бойового застосування озброєння.

Ефективність – це загальна властивість будь-якої цілеспрямованої діяльності, що розкривається через категорію мети та об'єктивно виражається ступенем її досягнення на основі витрат ресурсів та часу.

Ефективність бойового застосування ОВТ характеризує пристосованість процесу застосування озброєння до виконання бойових завдань за різних умов бойової обстановки.

Особливо важливо підкреслити, що кожна із властивостей може бути оцінена різними показниками і визначена різними кількісними характеристиками. Власне це її є метою формування тактико-технічних характеристик (ТТХ) зразка ОВТ і комплексів озброєння в цілому – упорядкована сукупність кількісних характеристик зразка військової техніки (комплексу), що визначають його властивості.

Автором розглядаються результати досліджень, спрямованих на вибір та класифікацію властивостей РК, визначення критеріїв та показників для їх кількісного оцінювання з метою оптимізації характеристик РК оперативно-тактичного (тактичного) призначення.

ДОСЛІДЖЕННЯ ДОСВІДУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТАНКУ LEOPARD-2 ПІД ЧАС БОЙОВИХ ДІЙ І РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ ДЛЯ ЕКІПАЖУ

Безлєпкін В.В., Воловоденко Ю.М.

Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У межах дослідження було проаналізовано практичний досвід експлуатації танків Leopard-2 у бойових умовах, зокрема під час ведення бойових дій на території України. Вивчено особливості організації технічного обслуговування та вплив експлуатаційних умов на надійність і ефективність техніки за певними параметрами [1, 2]. Актуальність теми полягає в тому, що танки Leopard-2 стали ключовим елементом бронетанкової підтримки Сил оборони України в умовах повномасштабної війни. Їх застосування в бойових діях вимагає не лише високої тактичної майстерності екіпажів, а й чіткого дотримання регламентів технічного обслуговування в надзвичайно складних і динамічних умовах фронту.

Танки Leopard-2 демонструють високі бойові властивості завдяки сучасному озброєнню, потужному двигуну, надійному броньованому захисту та розвинутій системі управління вогнем. Однак в умовах сучасного конфлікту вони потребують адаптації до нових загроз, зокрема активного використання дронів-камікадзе та протитанкових засобів.

У результаті аналізу технічного обслуговування Leopard-2 та його порівняння з вітчизняними моделями встановлено, що західна модель відзначається більшою автоматизацією та зручністю обслуговування завдяки модульній конструкції, а також наявністю сучасних діагностичних систем. Водночас її експлуатація вимагає високої кваліфікації екіпажу та доступу до спеціального обладнання, що створює певні труднощі в польових умовах.

На основі отриманих даних були сформульовані рекомендації для екіпажів танків Leopard-2, серед яких:

оптимізація процедур технічного обслуговування;

підвищення рівня підготовки екіпажів;

впровадження міжнародного досвіду експлуатації та обслуговування.

Запропоновані заходи дозволяють підвищити ефективність бойового застосування Leopard-2 та знизити ризики виходу з ладу в критичних ситуаціях.

Література:

1. Herasimov S., Roshchupkin E. Parameters of monitoring the technical condition of airspace radio engineering monitoring systems. Міжнародна науково-практична конференція «Застосування інформаційних технологій у підготовці та діяльності сил охорони правопорядку». 2022. С. 31-32.

2. Yevseiev, S., Herasymov, S., Kuznietsov, O., Opirskyy, I., Volkov, A., Peleshok, Y., Sinitsyn, I., Milevskyi, S., Matovka, T., & Rizak, V. (2023). Method of assessment of frequency resolution for aircraft (Метод оцінки частотної роздільної здатності виявлення повітряного засобу). Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2(9 (122), 34–45. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.277898.

ПІДХІД ДО СТВОРЕННЯ ШТУЧНІ АГЕНТА ДЛЯ ЗАДАЧ ОБМІНУ ІНФОРМАЦІЄЮ МІЖ БОЙОВИМИ РУХОМИМИ ОБ'ЄКТАМИ

Биков О.М., Буряк Є.П., Ковтунов Ю.О.
Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

На сьогоднішній момент часу одним із шляхів підвищення ефективності управління бойовими рухомими об'єктами (БРО) пов'язаний з розвитком інтелектуальних систем, роботизації і інформаційних телекомунікаційних технологій (ІКТ). Даний підхід дозволяє вибудовувати бойову інформаційну керуючу систему БРО в інтересах ураження засобів противника, в якій БРО за рахунок підключення їх в загальну інформаційну середу мають можливість обмінюватися між собою і іншими елементами цієї системи актуальною інформацією в інтересах вирішення бойового завдання. Реалізувати цей підхід можливо за допомогою багато агентних систем.

Актуальність теми обумовлена пошуком рішень в визначення архітектури інтелектуального агента для вирішення завдань інформаційної взаємодії між БРО в бойовій інформаційної керуючої системи.

У доповіді дано науково-технічне обгрунтування різними технологіями, що дозволяє проводити обмін інформацією між рухомими об'єктами. Розглянуто технології Car2Car (Європейський Союз) і Vehicle-to-Vehicle (США) та використання апаратної платформи LiveNode з дроном - ретранслятор «AetherSolar».

Апаратне забезпечення Car2Car і Vehicle-to-Vehicle технологій, включає різні електронні системи рухомого об'єкту такі як електронні блоки управління рухомим об'єктом, GPS приймачі, модулі безпровідний зв'язку і повинні забезпечувати обмін інформацією між учасниками бойової інформаційної керуючої системи. Це завдання серед інших вимагає розробки спеціального програмного забезпечення (ПЗ).

Для вирішення цього завдання запропонована технологія многоагентних систем, яка використовує автономні агенті, об'єднаних в систему. Агент представляє з себе програму БРО, яка в автономному режимі здатна здійснювати самостійні дії відповідно до заданої метою.

Згідно Foundation for Intelligent Physical Agents (FIPA), термін агент визначається як головний виконавець, який володіє декількома сервісними можливостями. Агенти утворюють єдину і комплексну модель виконання. Такий агент виконує збір інформації про стан БРО і передачі її в мережу, отримання з мережі інформацію і на основі цієї інформації формує рішення, наприклад, на відкриття вогню.

Таким чином, пропонований і проаналізований підхід до створення системи обміну інформацією між БРО з використанням багатоагентного підходу, створення інтелектуальних агентів за допомогою методів об'єктно-орієнтованого програмування може дозволити створити більш ефективну бойову інформаційну керуючу систему БРО в інтересах ураження засобів противника.

ЗАХИСНИЙ ЕКРАН ВЕРХНЬОЇ ПІВСФЕРИ БОЙОВИХ БРОНЬОВАНИХ МАШИН З ВИКОРИСТАННЯМ КОНТЕЙНЕРІВ ДИНАМІЧНОГО ЗАХИСТУ.

Бобров О.Г., Тимофєєв В.Д., Кошкаров Ю.Ю.
Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Захисний екран відноситься до засобів зниження ймовірності ураження верхньої півсфери бойових броньованих машин (ББМ) під час впливу високоточної зброї та звичайної зброї противника з використанням безпілотних літальних апаратів під час впливу з різних висот.

Захист ББМ від протитанкових засобів кумулятивної дії, що здійснюють вплив на верхню півсферу машин, вражаючи найменш захищену ділянку в режимі пікірування під кутом 90 градусів, ручних гранат, баражуючих боєприпасів із протитанковою бойовою частиною, які атакують із верхньої півсфери в слабозахищену область.

Використання такого технічного рішення знижує вражаючу дію на ББМ та їхні екіпажі. Захисний екран верхньої півсфери підвищує ефективність захисту від протитанкових керованих ракет і безпілотних літальних апаратів, що впливають на верхню півсферу. Зазначене технічне рішення вирішується за рахунок того, що захисний екран верхньої півсфери виконується у вигляді металевої решітки з низьколегованої сталі з кроком сітки 20 мм, до металевої решітки приварене кронштейни, на які болтами кріпляться контейнери динамічного захисту (ДЗ). Елемент ДЗ складається з шару вибухової речовини, розташованого між двох тонких металевих пластин. Металева решітка з контейнером динамічного захисту встановлюється зверху верхньої півсфери на металевих опорах на висоту, що не перешкоджає відкриттю люків ББМ.

Металеві опори кріпляться болтами до штатних бонок, розташованих на корпусі машини. Технічного результату досягають тим, що під час впливу атакувального боєприпасу на захисний екран верхньої півсфери машин унаслідок деформаційного реагування вибухової речовини відбувається її підрив на зустріч атакувальному боєприпасу. Потрапляючи в перший шар вибухової речовини, відбувається детонація з розсіюванням кумулятивного струменя. Далі детонує другий шар вибухової речовини, метаючи бронепластину назустріч кумулятивному струменю з поглинанням енергії. При повторному впливі на ділянку захисного екрану верхньої півсфери ББМ, де вже стався підрив контейнера ДЗ, атакувальний боєприпас потрапляє в металеву решітку, відбувається деформація воронки атакувального боєприпасу, яка формує кумулятивний струмінь, після чого боєприпас втрачає своє призначення. Штатна система динамічного захисту гусеничної машини не зазнає впливу, машина та екіпаж не уражаються.

Доцільно використання на бронеоб'єктах країн-партнерів, особливо на танках Леопард 1А5.

РУКОПАШНИЙ БІЙ ЯК КЛЮЧОВИЙ ЕЛЕМЕНТ СУЧАСНОЇ ВІЙСЬКОВОЇ ПІДГОТОВКИ

Борзило О.Ю. Бабаєв Ю.Г.

Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасній російсько-українській війні рукопашний бій став стратегічною необхідністю [1] через ведення бойових дій на малій дистанції в міських умовах, траншеях і підземних комунікаціях [2]. Обмежений простір, нестача боєприпасів та пошкодження зброї роблять традиційний вогонь неефективним [3,4], тому навички рукопашного бою стають вирішальними [4].Рукопашний бій охоплює як беззбройне протиборство, що ґрунтується на використанні фізичних можливостей людини (удари, кидки, больові прийоми), так і володіння холодною зброєю — ножами, саперними лопатками, штик-ножами, прикладами тощо. Така універсальність дає бійцю змогу діяти ефективно в найнебезпечніших умовах [5].

Після 2014 року, коли Україна опинилася в умовах гібридної агресії, Збройні сили України розпочали масштабну модернізацію підготовки особового складу, включаючи системну роботу над вдосконаленням навичок ближнього бою. Були запроваджені нові підходи, адаптовані до реалій війни: активне запозичення досвіду країн НАТО, залучення інструкторів із сучасних бойових мистецтв, інтеграція рукопашного бою в загальну систему бойової підготовки[2].

Крім практичного значення, рукопашний бій також виконує важливу психологічну функцію — формує впевненість у власних силах, зміцнює бойовий дух, розвиває стресостійкість і здатність до швидких рішень у критичних ситуаціях. Завдяки цьому українські захисники демонструють високу боєздатність навіть у надскладних умовах сучасної війни [1]. Відпрацьовані навички рукопашного бою дозволяють військовослужбовцям максимально ефективно діяти в ситуаціях, де застосування зброї ускладнене або небажане, забезпечуючи їхню безпеку та перевагу над противником[2]. Крім того, тренування у цій дисципліні сприяють формуванню дисципліни, витривалості та взаємодії в підрозділах, що є критично важливим для успішного виконання бойових завдань. Таким чином, рукопашний бій є не тільки фізичною, але й морально-психологічною основою для підвищення загальної ефективності Збройних сил України у захисті суверенітету та територіальної цілісності держави.

Література:

1. Основи військового рукопашного бою. — Київ: Центр учбової літератури, 2019.

2. NATO Standardization Office. Military Training for Urban Operations (STANAG 2245). — Brussels, 2018.

3. Психологічна підготовка військових у бойових умовах. — Харків: НУЦЗУ, 2020.

4. Бойові мистецтва в системі підготовки сил спеціального призначення. Військово-науковий вісник. - 2022.

5. Доктрина Збройних Сил України з підготовки особового складу. -Міністерство оборони України, 2023.

ВПРОВАДЖЕННЯ НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СФЕРІ ВІДНОВЛЕННЯ ТА РЕАБІЛІТАЦІЇ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ ЗБРОЇНИХ СИЛ УКРАЇНИ

Бокачов С.В., Чаган Ю.А., Мокоївець В.І.
Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, м Львів

Впровадження нових технологій у сфері відновлення та реабілітації військовослужбовців Збройних Сил України є надзвичайно важливим напрямком, особливо в умовах триваючої війни. Сучасні технології здатні значно підвищити ефективність та якість процесу відновлення як фізичного, так і психологічного здоров'я військових.

Ось деякі ключові напрямки впровадження нових технологій:

1. Фізична реабілітація:

- Роботизовані системи та екзоскелети: Застосування роботизованих тренажерів та екзоскелетів допомагає відновити рухові функції, силу та координацію після травм опорно-рухового апарату. Ці системи можуть аналізувати стан пацієнта та підбирати індивідуальні програми занять.

- Телемедицина та дистанційний моніторинг: Використання телемедичних платформ дозволяє військовослужбовцям отримувати консультації та проходити частину реабілітаційного процесу дистанційно, що особливо важливо для тих, хто знаходиться у віддалених районах або після повернення до цивільного життя. Датчики та мобільні додатки можуть використовуватися для моніторингу прогресу та коригування програм реабілітації.

2. Психологічна реабілітація:

- Мобільні додатки для підтримки ментального здоров'я: Існують мобільні додатки, які надають інструменти для самодопомоги, відстеження настрою, медитації та зв'язку з психологами.

- Штучний інтелект (ШІ) для діагностики та персоналізації лікування: ШІ може аналізувати дані про психічний стан військовослужбовців та допомагати в ранній діагностиці проблем, а також у розробці індивідуальних планів психологічної підтримки.

3. Комплексні підходи:

- Інтегровані платформи: Створення єдиних цифрових платформ, які об'єднують дані про фізичний та психологічний стан військовослужбовця, дозволяє фахівцям різних профілів координувати зусилля та розробляти більш ефективні програми реабілітації.

- Використання даних та аналітики: Збір та аналіз даних про процес відновлення дозволяє оцінювати ефективність різних методів лікування та реабілітації, а також вносити необхідні корективи.

Впровадження нових технологій є ключовим фактором для забезпечення якісного та ефективного відновлення військовослужбовців ЗС України, що сприятиме їхньому поверненню до повноцінного життя та зміцненню обороноздатності країни.

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ І ПЕРЕВАГ ВИКОРИСТАННЯ VR-ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ЕКІПАЖІВ ТАНКІВ

Бондарев Г.В., Баркатов І.В., Бабак С.А., Тюрін В.О., Ткач С.М.
Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Іммерсивне навчання, що базується на використанні віртуальної реальності (VR), стає одним із ключових напрямів у підготовці екіпажів бойових машин, зокрема танкістів. Віртуальна реальність створює інтерактивне навчальне середовище, яке наближає курсантів до реальних умов бойової служби та дозволяє значно підвищити рівень їхньої підготовки без ризиків для життя і здоров'я.

Основними причинами популярності VR-тренування є підвищена зацікавленість, високий рівень запам’ятовування та економія коштів.

Отже, VR-тренування – це не лише сучасний підхід до навчання, а й ефективний інструмент, що дозволяє заощадити час, підвищити зацікавленість і запам’ятовування інформації, а також зменшити витрати.

Іммерсивне навчання передбачає повне занурення учасників у навчальне середовище з використанням технологій віртуальної реальності, що імітують фізичні об'єкти, процеси та ситуації. Для танкістів це означає, що під час тренувань вони можуть працювати з віртуальними моделями танків, виконувати завдання технічного обслуговування, відпрацьовувати бойові дії та тренуватися в умовах максимально наближених до реальних бойових ситуацій.

Основними перевагами VR для навчання техобслуговуванню танків є:

Деталізація внутрішніх систем: VR-симуляція дає курсантам можливість “проникнути” всередину танка та вивчати розташування і роботу кожного окремого вузла.

Безпечне виконання навчальних завдань: у VR-середовищі можна виконувати вправи з технічного обслуговування та ремонту танка без ризику для техніки або здоров'я курсантів.

Зниження навантаження на реальну техніку: VR дозволяє відмовитися від частого використання бойової техніки для навчальних потреб.

Навчання в умовах обмеженого доступу до техніки: У разі, якщо реальні танки тимчасово недоступні через потребу їх ремонту, транспортування або бойові дії, VR-тренажери стають критично важливим інструментом для безперервного навчання. Курсанти можуть продовжувати навчання, не втрачаючи часу, що особливо важливо в умовах інтенсивного бойового навчання.

Розробка процедур обслуговування: Керівники занять можуть налаштовувати симуляцію відповідно до навчальної програми або вимог конкретних технічних завдань.

Аналіз помилок та зворотній зв'язок: VR-середовище дозволяє викладачам фіксувати помилки курсантів та давати їм зворотній зв'язок у режимі реального часу або за підсумками виконаного завдання.

Таким чином, методика VR-тренувань зарекомендувала себе як потужний інструмент для підготовки військових спеціалістів, що відкриває нові можливості для інтерактивного та економічно ефективного навчання.

ПРОБЛЕМА РОЗМІНУВАННЯ ТЕРИТОРІЙ УКРАЇНИ ТА ПІДХОДИ ДО ЇЇ РОЗВ'ЯЗАННЯ

Брянкін О.С., Кумпан О.О.

Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Обсяг потенційно замінованих територій України складає 139 тис. км^2 – це більше ніж площа таких країн як Греція, Австрія. Станом на 1 січня 2025 року, з початку російського вторгнення в Україну, було знешкодженою 416877 од. вибухонебезпечних предметів. Проблема знешкодження та знищення протитанкових і протипіхотних мін має глобальний характер – значне перевищення темпів розвитку мінної зброї в порівнянні з темпами розвідку протимінних засобів.

На даний час відокремлюють наступні проблеми з розмінування: продовження ведення бойових дій; обмежене фінансування; великий об'єм площі розмінування; використання армією рф мін які складно виявити; брак фахівців з розмінування (потреба складає близько 10 тис. саперів), не вистачає машин механізованого розмінування. Ще однією з проблем є те що окупанти часто використовують, повторні обстріли з систем дистанційного мінування. Не можливо мати 100% впевненості у безпечності території, які очищені піротехніками, адже ворог може здійснити повторне дистанційне мінування. Існує дві методики розмінування – ручне та машинне, кожна методика має свої плюси та мінуси. Сьогодні Україна для розмінування використовує: саперів, дистанційно керовані машини (платформи), дрони і навіть лазери для гуманітарного розмінування. У світі один з актуальних напрямів – розроблення роботехнічних комплексів (РТК) у взаємодії з БПЛА та штучним інтелектом. Ці технології підвищують ефективність операцій, та зберігають життя і здоров'я, та значно прискорюють процес розмінування. Як приклад технологія UADamage працює в п'ять етапів: перший – стратегічне планування (аналіз супутникових знімків та мап для визначення замінованих локацій); другий – візуальна інспекція мін (територію обстежує дрон з камерою, штучний інтелект виявляє небезпечні об'єкти); третій – інспекція під землею (до 1м, використовують різни сенсори, сканери, різні спектри); четвертий – знешкодження міни (в залежності від умов це може бути сапер, РТК, БПЛА); п'ятий – перевірка якості розмінування (БПЛА, РТК).

Напрямком подальших досліджень розвідку і модернізації РТК та БПЛА, для розмінування, слід вважати наступні напрямки: створення більш автономних систем що здатні проводити розмінування мінімізуючи ризик для людей; детекція і ідентифікація – оснащення пошуковими рамками (багато спектральною та тепловіонною апаратуру, детекторами, сенсорами, міношукачами) які будуть об'єднувати декілька незалежних каналів виявлення з єдиним блоком; розробку мінних сигнатур для штучного інтелекту.

СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ СТАНУ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ НА ОСНОВІ ІКТ ТЕХНОЛОГІЇ

Буряк Є.П., Ковтунов Ю.О., Дидюк В.Г., Щитина О.В.
Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Питання контролю за технічним станом рухомий військової техніки було актуальним з моменту її появи. Сучасний розвиток інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) відкриває нові можливості для інтеграції цифрових рішень у різноманітні сфери людської діяльності, зокрема в оборонній галузі. У складних умовах сучасних бойових операцій оперативне управління станом військової техніки набуває особливого значення.

Тому питання пов'язані зі розробкою системи моніторингу стану рухомий військової техніки на основі ІКТ технологій є актуальними.

Також актуальність теми обумовлена кількома важливими чинниками:

- по-перше, традиційні методи діагностики та моніторингу часто базуються на періодичних перевірках, що не завжди дозволяє спрогнозувати та виявити потенційні несправності на ранніх стадіях життєвого циклу техніки.

- по-друге, застосування ІКТ технологій, таких як сенсорні мережі, обробка даних у режимі реального часу та телекомунікаційні рішення, дає змогу створити систему діагностики інтегровану у цифрову бойову інформаційну систему, здатну оперативна реагувати на зміни технічного стану автомобіля

У доповіді розглядаються питання розробки та впровадження систем збору та аналізу діагностичних даних рухомий військової техніки, які сприяють поліпшенню якості її обслуговування, підвищенню ефективності роботи ремонтних, відновлених та сервісних підрозділів, а також у ході бойових дій дозволять краще розуміти та контролювати стан військової техніки та прогнозувати логістичне забезпечення, яке пов'язане з доставкою у підрозділи запасних частин та розхідних матеріалів. Розглядаються можливості розробки системи моніторингу рухомих об'єктів на основі основних складових ІКТ технологій з використанням апаратної платформи LiveNode з дроном - ретранслятор «AetherSolar», яка успішно використовується в різних додатках, включаючи телемедицину, зв'язок між транспортними засобами та збір даних різного характеру. Надані характеристики і параметри платформи LiveNodes, яка має три основних модуля - мікроконтролер Atmel AT91SAM7S256 (ядро ARM7TDMI), чіп MaxStream XBee Pro для забезпечення бездротового зв'язку за стандартом 802.15.4 і чіп GlobalSat ET-301 GPS для обробки специфічних сигналів/даних GPS.

Таким чином, пропонований і проаналізований підхід до створення системи моніторингу стану інтелектуальної військової техніки, що базується на сучасних ІКТ технологіях, апаратної платформі LiveNodes сприяє своєчасному проведенню заходів технічного обслуговування, підвищує експлуатаційну готовність техніки, забезпечує вищий рівень боєздатності техніки та її інтеграції у цифрову інформаційну управляючою систему.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОНСТРУКТИВНИХ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ НА КЕРОВАНІСТЬ БОЙОВОЇ КОЛІСНОЇ МАШИНИ

Буряк Є.П., Скучинський І.П., Пришляк І.В., Шевченко О.О.
Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Забезпечення стійкості руху і, як наслідок керованості бойової колісної техніки є одним з найважливіших аспектів проблеми підвищення безпеки дорожнього руху.

При дослідженні процесу руху таких машин за допомогою математичного моделювання важливим є питання опису взаємодії коліс з дорогою, оскільки коливання обертового колеса змінюють напрямок його кочення і впливати на стійкість і керованість, як руху, так і положення машини. Особливо це актуально для машин, які рухаються з великими швидкостями, а також для машин з великими радіусами коліс.

Тому питання визначення оцінки впливу конструктивних та експлуатаційних показників на керованість автомобіля є актуальними.

Керовані колеса автомобіля можуть у визначених умовах коливатися («виляти») навколо шворнів. У результаті цих коливань автомобіль буде відхилятися від заданого напрямку руху то в одну, то в іншу сторону, що при великих швидкостях руху може привести до втрати автомобілем керованості і стійкості. Крім того, значно зростає знос шин і деталей кермового привода, а також опір коченню. Перекочування коліс через виступи і западини дороги супроводжується зміною деформації шин і пружних елементів підвіски. Виникаючі при цьому моменти сил, що відновлюють, пружності викликають кутові коливання коліс у поперечній вертикальній площині.

Особливо актуально опис взаємодії коліс з дорогою для машин, які рухаються з великими швидкостями, а також для машин з колесами великого радіусу. У доповіді дано визначення колеса великого радіусу. В інтересах цього визначені, за результатами математичного моделювання, коефіцієнти стійкості з урахуванням дії гіроскопічних моментів коліс бойової колісної техніки. Показано, що ступінь впливу гіроскопічних моментів коліс великого радіусу практично не залежить від типу приводу. Результати математичного моделювання дозволяють проводити оцінку курсової стійкості бойової колісної машини в тяговому режимі руху і діагностування її технічного стану з урахуванням дії гіроскопічного моменту при взаємодії дороги з колесами. Показано, що гіроскопічний момент колеса підвищує коефіцієнт стійкості машини з ростом швидкості, до 0,7%.

Таким чином питання дослідження впливу конструктивних та експлуатаційних показників, взаємодії дороги і коліс на керованість бойової колісної машини, які розглядаються в доповіді має визначене значення у забезпеченні безпеки управління транспортними засобами як в умовах повсякденної діяльності так і в умовах бойового застосування.

НЕЙРОМЕРЕЖЕВІ ТЕХНОЛОГІЙ В СИСТЕМАХ ДІАГНОСТИКИ СКЛАДНИХ СИСТЕМ БТОТ

Буряк Є.П., Гречіхін А.О., Ковтунов Ю.О., Пришляк І.В.
Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Бойова готовність бронетанкового озброєння і техніки (БТОТ) і їх здатність виконати бойове завдання, в сучасних умовах ведення бойових дій, багато в чому залежить від надійності роботи складних систем - як їх силових установок, так і систем управління вогню і озброєння. Надійність роботи цих складних систем забезпечується цілим комплексом заходів, серед яких ключове місце займає діагностика їх технічного стану.

Труднощі реалізації вбудованої діагностики у складні системи БТОТ складається в багатопараметричності, складності взаємозв'язків між елементами системи, що вимагає значних обчислювальних і часових ресурсів.

У доповіді показано, що при управлінні складним об'єктом необхідне рішення чотирьох завдань діагностування - контролю ТС систем, прогнозування ТС систем, автоматичного пошуку місць і причин несправностей в системах, технічного аналізу виникнення причин несправностей в системах.

Труднощі вирішення діагностичних завдань систем в контурі управління цифрової інформаційної управляючою системі визначаються цілим рядом факторів. Найбільш істотними, з яких є:

висока розмірність простору станів систем;

різнотипність за своєю природою даних у системі діагностування;

великий обсяг потоків даних в одиницю часу, які підлягають обробці;

складність математичних моделей і формалізуємось діагностичних процесів.

Для вирішення даного завдання діагностування (контролю, прогнозу ТС і пошуку місць і причин несправностей на основі даних, отриманих в тимчасовій області) в доповіді розглядається використання математичного апарату штучних нейронних мереж (ШНМ). Апарат ШНМ дозволить реалізувати програмно-математичне забезпечення, що дозволяє, не тільки виконувати одного разу запрограмовану послідовність дій над строго визначеними даними, а й здатне узагальнювати знову надходить, знаходити в ній закономірності.

Вирішення зазначених завдань можливе у режимі реального часу за рахунок високої швидкості роботи ШНМ. Крім того, ШНМ здатна самонавчатися відповідно до мінливих в процесі експлуатації системи параметрів, а для створення повної навчальної вибірки тестових і тренувальних даних для ШНС необхідний попередній збір параметрів систем з урахуванням широкого діапазону простору його станів. Дані вимірювання накопичуються в базі даних випробувань протягом тривалого часу, тому застосування апарату ШНМ дозволяє проаналізувати всю сукупність даних системи, яка діагностується.

НАПРЯМКИ ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ МІНОМЕТНОГО ОЗБРОЄННЯ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

Варава В.В.

Науково-дослідний центр ракетних військ і артилерії, м. Суми

Аналіз бойового застосування артилерійських частин та підрозділів під час відбиття збройної агресії російської федерації свідчить, що міномети і надалі залишаються універсальним засобом вогневої підтримки загальновійськових підрозділів і їх застосування є вкрай актуальним.

Протистояння російській агресії, актуальність застосування мінометів у сучасних умовах ведення бойових дій, дійсний технічний стан існуючої номенклатури мінометного озброєння спонукає керівництво держави до активних дій щодо розроблення нових зразків мінометів та прийняття їх на озброєння, а також до модернізації існуючих мінометів.

Одним із ключових етапів визначення пріоритетних напрямків розвитку зразків озброєння та військової техніки, зокрема і мінометного озброєння, а також основних вимог до них, є порівняння їх технічного рівня (ступеня технічної досконалості). Порівняння дозволяє врахувати існуючий технічний стан зразка озброєння, а також технічні характеристики в розрізі світових тенденцій розвитку відповідного зразка озброєння, тим самим забезпечуючи більш обґрунтований підхід до вибору подальших напрямів розвитку.

Проведений аналіз існуючої інформації про основні тенденції розвитку мінометного озброєння у провідних у військовому відношенні державах світу дозволив визначити основні напрямки подальшого розвитку мінометного озброєння вітчизняного виробництва.

Пріоритетним напрямком розвитку вітчизняного мінометного озброєння для оснащення підрозділів Сухопутних військ ЗС України повинно стати збільшення питомої ваги самохідних мінометів.

Мінометні комплекси повинні мати автоматизовані системи керування з інтегрованою в їх склад навігаційною підсистемою; електричні приводи горизонтального та вертикального наведення в поєднанні з автоматизацією процесу поновлення наведення після кожного пострілу; бути оснащеними сучасними системами нічного та теплового бачення; бути здатними застосовувати керовані боєприпаси (з телевізійним, лазерним (активним і пасивним), тепловізійним, радіолокаційним і супутниковим наведенням на ціль).

Крім цього, вони повинні передбачати у своєму складі засоби автоматизації, які дозволять в подальшому поєднати засоби розвідки, управління та ураження в єдину інформаційну мережу.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ПАСИВНОГО ЗАХИСТУ ТАНКІВ ВІД УДАРІВ ПОВІТРЯНИХ ДРОНІВ З ДОСВІДУ РОСІЙСКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ

Варакута М.В., Варакута В.П.

Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Перспективи в захисті танків у сучасних війнах постійно змінюються під впливом новітніх технологій, змін тактики бою та досвіду з реальних конфліктів, зокрема з російсько-української війни (Р-Ув). До основних напрямів розвитку захисту танків можна віднести активні захисні системи (АЗС), такі як системи "м'якого вбивства", що збивають наведення ракети (лазер, дим, радіоелектронні завади тощо) або системи "жорсткого вбивства", що передбачають фізичне знищення боєприпасу (наприклад, системи типу Trophy (Ізраїль), Arena-M (рф), Iron Fist тощо). До іншого напряму – відноситься модернізація пасивного та динамічного їх захисту, що передбачає розробку нових композитних матеріалів замість сталі, динамічний захист нового покоління, який реагує не лише на кумулятивні, але й на підкаліберні снаряди та створення модульної броні, яку було б зручно замінити або оновити безпосередньо в польових умовах. Проте усі ці системи потребують високих технологій, багато часу на розробку, запуску їх виробництва та значного фінансування. Одним із засобів, який не складний у виробництві й не потребує великих фінансових вливань – це, так званий, "імпровізований захист", до якого належать "мангали", антидронові сітки, клітини над вежею, щити, що стали на полі бою тимчасовим рішенням. Ці пасивні захисні засоби призначені для фізичного перешкоджання підриву боєголовки у вразливій точці, наприклад, даху башти, а **б**ронещити на цих дахах, анти-FPV накладки з пінополімерів або сіток іноді допомагають проти одноразових атак повітряних дронів. Проте усі вони не вирішують проблему повного й надійного захисту від ударів повітряних дронів різних типів і призначень. Особливо це стало очевидним після масового застосування FPV дронів-камікадзе, дронів-бомбардерів, дронів-гранатометників і т. ін. під час Р-Ув. Захист танків від ударів широкого спектру існуючих і перспективних повітряних дронів – один **із** найактуальніших викликів. Потрібен універсальний "імпровізований захист", що відрізняється від інших надійністю, дешевизною, простотою й швидкістю в виробництві, що не потребує високих технологій. Цього можна досягти завдяки прагматичному, зваженому підходу до створення за допомогою сучасних комп'ютерних розрахункових програм, програм візуалізації та моделювання універсального пасивного захисту танка від різних видів та типів повітряних дронів.

Таким чином, наукові дослідження з уніфікації, систематизації, оптимізації та конструктивного удосконалення засобів "імпровізованого захисту", дадуть змогу виготовити дешевий і надійний захист, головним завданням якого під час бою – це витримати серію ударів повітряних дронів різних типів і класів по танку.

ОСНОВНІ НАПРЯМКИ ПЕРЕОЗБРОЄННЯ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ ПЕРСПЕКТИВНИМИ ЗРАЗКАМИ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

Варванець Ю.В., Федоров, Бокачов С.В.
Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, м Львів

Одним з основних завдань політики держави України в умовах російсько-української війни є підтримання у боєздатному стані Збройних Сил (далі – ЗС) та інших військових формувань, правоохоронних органів, сил спеціального призначення та оснащення їх новітніми зразками озброєння та військової техніки (далі – ОВТ) для забезпечення захисту державного суверенітету і територіальної цілісності держави.

Враховуючи гостру необхідність в оснащенні підрозділів ЗС України сучасними та ефективними зразками ОВТ основними пріоритетними напрямками переозброєння ЗС України повинні бути:

- розробка власних зразків ОВТ, зокрема, великої дальності, з метою створення сил стримування;
- розробка систем протиракетної оборони, зокрема, для боротьби з гіперзвуковими ракетами;
- розробка новітніх систем протиповітряної оборони;
- розробка безпілотних авіаційних комплексів різного призначення;
- розробка новітніх засобів радіоелектронної розвідки та радіоелектронної боротьби;
- збільшення дальності вогневого ураження артилерійських систем;
- розробка новітніх зразків бронетанкового озброєння та техніки;
- підвищення мобільності військ;
- створення автоматизованих систем управління як єдиної системи ураження, розвідки, радіоелектронної боротьби, інформаційного протиборства;
- закупівля новітніх зразків (систем, комплексів) вітчизняного та іноземного виробництва у рамках нормативної бази, відповідних державних цільових оборонних програм, а також реалізації інноваційних рішень які можуть бути використані для розвитку нових зразків ОВТ.

Отже на основі вище викладеного можна зробити висновок, що реалізація пріоритетних напрямів переозброєння ЗС України повинна здійснюватися відповідно до визначених потреб та фінансово-економічних можливостей держави шляхом максимального використання досягнень вітчизняної науки, проведення фундаментальних та пошукових досліджень для забезпечення потреб безпеки і оборони, розвитку технологічних можливостей оборонно-промислового комплексу, насамперед у сфері базових і критичних технологій за рахунок реалізації середньострокових державних та інших програм і спрямовується на підготовку виробництва для забезпечення виготовлення нового, модернізацію наявного ОВТ на високому рівні та в необхідній кількості.

АНАЛІЗ МЕТОДИК ПОРІВНЯЛЬНОЇ ОЦІНКИ ЗРАЗКІВ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

Веретенніков Є.О., Дудка О.Б.

Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

З початку повномасштабного вторгнення до ЗСУ надійшла велика кількість військової техніки різного призначення від іноземних партнерів. При цьому техніка одного і того ж призначення надходила від різних країн, а отже, і від різних виробників. Таким чином, є декілька типів машин, які виконують одні і ті самі функції, але мають певні відмінності у своїй конструкції та тактико-технічних характеристиках (ТТХ). Варто також відзначити, що машини від одної країни та одного виробника поставлялися в різних модифікаціях, кількість яких може доходити до десятків. При цьому модифікації були розроблені в різні роки, отже мають різний ступінь складності конструкції та різні ТТХ. До цієї кількісті варто додати модифікації, поставлені від інших країн, які також мають свої особливості. Таким чином, у ЗСУ з'явилася велика кількість машин одного призначення, які є схожими за конструкцією, але кожна з них при проведенні технічного обслуговування та ремонту потребують своєї номенклатури запчастин. Це значно ускладнює логістику та уповільнює процес відновлення та капітального ремонту техніки. Крім того, варто відзначити складність процесу отримання запасних частин від іноземних партнерів, яка викликана на лише виготовленням та доставкою запчастин, але і іноді політичною волею керівництва країн-партнерів. Таким чином, постає питання вибору однієї або декількох базових машин, до конструкції яких потрібно наблизити інші машини цього сімейства для спрощення логістики технічного обслуговування та ремонту.

Таким чином, робота присвячена аналізу методик вибору оптимального зразка військової техніки іноземного виробництва. Більшість сучасних методик [1], які дозволяють проводити порівняльний аналіз зразків військової техніки засновані на тому, що існує певна кількість моделей машин одного призначення, які виробляються в Україні. Звичайно, найбільша увага у цих методиках приділена ТТХ цих машин і дещо менша увага – економічній складовій. При цьому увага вибору зразків іноземної техніки майже не приділена. Хоча в цьому випадку також потрібно брати до уваги доступність запчастин, можливість їх виробництва на підприємствах України, відповідність вузлів та деталей ДСТУ та багато інших факторів, які впливають на можливість використання зразка. Крім того, за 3 роки війни вже накопичена інформація від військових щодо застосування кожного зі зразків безпосередньо у бойових умовах, яку також потрібно враховувати при виборі найкращої модифікації.

Література:

1. *Нор, П. І.* Методика оцінки технічного рівня зразків озброєння та військової техніки. [Текст] / *П. І. Нор, С. В. Кручінін, О. Д.Мельник, В. А. Єфіменко.* // Збірник наук. праць / ЦНДІ ОВТ ЗСУ. – Вип. 22. – К. : ЦНДІ ОВТ ЗСУ, 2009. – С. 74–82. **2.** *Єфіменко, В. А.* Основні технічні показники оцінки ефективності парків озброєння та військової техніки збройних сил [Текст] / *В. А. Єфіменко, П. І. Нор, А. Ю. Гупало* // Збірник наук. праць / ЦНДІ ОВТ ЗСУ. – Вип. 22. – К. : ЦНДІ ОВТ ЗСУ, 2012. – С. 87–98.

НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ ВОГНЕМЕТІВ ТА РОЗРОБКА ВІДПОВІДНИХ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ

Вєніков Д.М., Горохівський А.С.

Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Проєкт спрямований на аналіз можливостей бойового застосування вогнеметів у сучасних умовах та розробку відповідних технічних рішень для підвищення їхньої ефективності. Основна мета – покращення бойових характеристик, підвищення точності та безпеки вогнеметників.

Проблеми:

1. Обмеженість застосування: Сучасні вогнемети мають низку обмежень щодо використання в різних умовах (міська забудова, гірська місцевість тощо).

2. Ризики для вогнеметника: Висока небезпека через необхідність наближення до цілі.

3. Надмірна вага вогнемета як обмежувальний фактор у бойовому застосуванні: Сучасні вогнемети мають значну вагу, що ускладнює їх використання в бойових умовах. Це обмежує мобільність вогнеметника, підвищує фізичне навантаження та знижує швидкість реагування в критичних ситуаціях. Важкий вогнемет менш ефективний у вузьких приміщеннях або на пересіченій місцевості.

Переваги по вдосконаленню:

1. Розширення можливостей застосування: Адаптація конструкцій вогнеметів під різні бойові сценарії.

2. Покращення ергономіки: оптимізована конструкція забезпечує зручність утримання, прицілювання та стрільби, що особливо важливо в умовах обмеженого простору (міський бій, укриття).

3. Підвищення надійності: Оптимізація конструкції для зменшення загальної ваги.

Пропозиції:

1. Аналіз тактики застосування вогнеметів, визначення сильних та слабких сторін у сучасних бойових умовах.

2. Розробка технічного завдання для вдосконалення конструкції та методів використання.

3. Вибір компонентів та технологій для підвищення бойових характеристик (приціли, зміна коснтрукції, зменшення моделі).

4. Впровадження нових технічних рішень у серійне виробництво та оснащення підрозділів.

Отже, виходячи з вище сказаного очікувані результати:

1. Підвищення ефективності бойового застосування вогнеметів у різних умовах.

2. Зниження ризиків для особового складу під час виконання завдань.

3. Впровадження інноваційних технічних рішень у сфері озброєння.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ РАКЕТНОГО ОЗБРОЄННЯ ШЛЯХОМ ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ РАКЕТ

Виговський М. В.

Науково-дослідний центр ракетних військ і артилерії, м. Суми

Аналіз ведення бойових дій ракетними підрозділами Сухопутних військ Збройних Сил України (далі – ракетними підрозділами), у ході відсічі збройної агресії російської федерації (рф), свідчить про зниження ефективності застосування високоточних ракет та реактивних снарядів. Основною причиною цього є побудова противником ешелонально-зональної системи радіоелектронної боротьби (РЕБ), особливостями якої є розміщення засобів радіоелектронного подавлення (РЕП) вздовж лінії бойового зіткнення для захисту перших ешелонів військ, а також навколо своїх найбільш важливих об'єктів, розташованих у глибині бойових порядків. За аналогічним принципом здійснено побудову системи протиповітряної оборони (ППО).

Ракетними підрозділами застосовуються високоточні ракети сімейств GMLRS та ATACMS. Висока точність влучення даних засобів ураження забезпечується комплексуванням сучасної інерціальної системи управління із системою коригування траєкторії польоту за сигналами супутникових навігаційних систем (СНС). Незважаючи на певний ступінь захищеності сигналів, ракети з такими системами управління не забезпечують належний рівень точності в середовищі дії засобів РЕП. Вирішити дану проблему можливо шляхом розробки та впровадження у системи управління високоточних ракет технологій штучного інтелекту.

Штучний інтелект (ШІ) у системах управління ракетами може застосовуватись у двох критично важливих напрямках. По-перше, автономне управління траєкторією польоту в разі потрапляння під вплив засобів протидії противника. Завдяки цьому, у випадку втрати зовнішнього зв'язку (навігаційних сигналів), ракета буде здатна в режимі реального часу обирати найбільш оптимальний маршрут до цілі з урахуванням виявлених ворожих систем РЕБ та ППО, а саме: їх обминання або здійснення протиракетного маневру. По-друге, високоінтелектуальне розпізнання та класифікація цілей. Комплексне застосування алгоритмів роботи ШІ та систем самонаведення ракет дозволить швидко і точно здійснювати ідентифікацію й ураження виявлених об'єктів противника.

Отже, інтеграція технологій ШІ в системи управління високоточних ракет дозволить суттєво підвищити їх ефективність застосування по цілях, що перебувають під захистом сучасних засобів РЕБ та ППО. В той же час, впровадження таких технологій у ракетне озброєння потребує вирішення певних технічних завдань та нормативно-правових аспектів, зокрема: забезпечення належного рівня захисту від несанкціонованого доступу третіх осіб, прозорості алгоритмів роботи та гарантії доцільності (правильності) прийнятих рішень, а також відповідності нормам міжнародного гуманітарного права й чинним конвенціям щодо ведення бойових дій.

НЕБОЙОВІ ВТРАТИ В ПІДРОЗДІЛІ Т ЇХ ЗАПОБІГАННЯ

Внуков І.В., Савчук С.Л., Толкачов М.Б., Олексенко І.М.
Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Суть небойових втрат полягає в їхній підступній і часто випадковій природі. Хоча на безпосередні бойові дії припадає значна частина втрат у воєнний час, саме ці небойові чинники - психологічні зриви, екологічні проблеми, логістичні помилки та дружній вогонь - непомітно підривають ефективність армії.

Війна в Україні, яка є сучасним прикладом тотальної і повномасштабної війни з використанням усієї номенклатури озброєння та швидким прогресом у розвитку нових систем ураження, чітко показала, що небойові втрати є не периферійною проблемою, а центральним питанням, яке потребує систематичного контролю, управління та уваги.

Військовий успіх у таких конфліктах залежить не лише від стратегії на полі бою, але й від того, наскільки добре армія може мінімізувати та управляти внутрішніми загрозами, з якими вона стикається протягом усього збройного конфлікту. Саме гнучкість системи може дати відносно гарні результати в подальшому, але, нажаль, під час війни розкрити та ефективно впровадити різного роду системи у воюючe військо доволі складно.

Український досвід війни з росією показав, що психологічний вимір війни не менш важливий, ніж фізична готовність чи вогнева сила. Командири, які це розуміють і діють відповідно - підтримуючи свій персонал через психологічну допомогу, своєчасне втручання та медичну допомогу – відіграють вирішальну роль у підтримці бойової ефективності своїх підрозділів. Добре функціонуюча система психологічної підтримки та реабілітації вимагає інституційної підтримки, кваліфікованих фахівців, а головне, командири, які надають пріоритет людському фактору війни.

Система роботи командирів у відновленні морального та психологічного стану персоналу є наріжним каменем військової готовності та стійкості. Це вимагає всебічного, багаторівневого підходупроведення лідерства, професійної психологічної підтримки, медичної допомоги та гуманного поводження з солдатами.

Запобігання небойовим втратам вимагає комплексної системи, що передбачає навчання, екологічну підтримку та моніторинг персоналу. Навчання стресостійкості дозволило солдатам керувати екстремальним психологічним тиском; поліпшення логістики та медичної допомоги зменшили профілактичні захворювання та помилки, пов'язані з втомою; і командирський нагляд за дисципліною та емоційним здоров'ям дозволив раннє втручання, коли це було потрібно найбільше.

Український досвід доводить, що війна ведеться не лише зброєю, а й стійкістю, адаптивністю та людиноцентричним лідерством. Ці уроки залишаться актуальними для військових сил по всьому світу ще довго після закінчення нинішньої війни.

ЗНАЧЕННЯ ГРУПОВОЇ РОБОТИ З КОЛЕКТИВОМ ПДРОЗДЛУ

Внуков І.В., Савчук С.Л., Толкачов М.Б., Олексенко І.М.
Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Групова робота є одним із ключових чинників ефективного функціонування військового підрозділу. Вона забезпечує не лише організованість і чіткість у виконанні завдань, а й створює необхідні умови для формування довіри, взаємопідтримки, психологічної стійкості та відчуття особистої значущості кожного військовослужбовця.

В умовах сучасної війни, що характеризується високим рівнем стресу, нестабільністю та динамікою бойових дій, саме згуртованість і злагоджена командна робота стають визначальними для досягнення успіху.

Методи та прийоми групової взаємодії — зокрема, психологічна адаптація, згуртування, розвиток лідерства, мотивація та вирішення конфліктних ситуацій — дозволяють командиру ефективно впливати на внутрішні процеси в підрозділі. Вони підсилюють дисципліну, підвищують відповідальність за спільну справу та сприяють формуванню здорового морально-психологічного клімату.

Варто зазначити, що найуспішнішою є комбінація офіційних та неформальних методів, що включають як командно-адміністративні підходи, так і практики наставництва, бойового побратимства, неформального лідерства та підтримки.

Використання групових методів у військовій підготовці сприяє швидшій адаптації молодого поповнення, зменшенню кількості внутрішніх конфліктів, зниженню емоційного вигорання, а також підвищенню рівня ініціативності серед військовослужбовців.

Колективне вирішення завдань, спільна участь у тренуваннях, підвищення бойової взаємодії — усе це безпосередньо впливає на боєздатність і моральний дух підрозділу.

Системна робота над розвитком групової динаміки призводить до підвищення ефективності виконання бойових завдань навіть у найскладніших умовах.

Таким чином, групова робота повинна бути інтегрованою частиною військової служби, її слід включати в процеси підготовки, виховання та управління підрозділами. Необхідно систематично проводити тренінги з командної взаємодії, удосконалювати навички комунікації та розвивати у командирів якості лідера, наставника й організатора.

Крім того, слід впроваджувати в практику бойової підготовки психологічні вправи, спрямовані на згуртування колективу, та навчальні моделі вирішення конфліктів.

Формування ефективного військового колективу неможливе без системного підходу до організації групової роботи. Лише цілеспрямоване, планомірне й практично орієнтоване застосування відповідних методів дає змогу створити підрозділ, який функціонує як єдиний, злагоджений організм.

ЖИВУЧІСТЬ, ЯК ОДНА З ОСНОВНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗРАЗКА АРТИЛЕРІЙСЬКОГО ОЗБРОЄННЯ

Вода Ю.Л.

Науково-дослідний центр ракетних військ і артилерії, м. Суми

Існуючі показники ефективності вогню під час виконання вогневих завдань артилерією не враховують ряд чинників, що визначають надійність функціонування зразка, а отже їх використання недостатнє для розроблення тактико-технічних вимог до зразка артилерійського озброєння.

Основна характеристика зразків артилерійського озброєння – живучість, під якою розуміється властивість гармати зберігати свою боєздатність більш тривалий термін у різних умовах експлуатації як у мирний, так і в воєнний час. Живучість ствола визначається кількістю пострілів, яку можна зробити з нього на повному заряді до виходу його з ладу. Живучість ходових частин гармати вимірюється числом кілометрів пробігу до виходу їх з ладу. Висока живучість гармат забезпечується міцністю їх деталей, невразливістю в бою, високою маневреністю, точним дотриманням правил експлуатації, встановлених інструкціями і керівництвами.

У ряді випадків підготовку до застосування, а саме ймовірність того, що зразок артилерійського озброєння буде готовий до застосування, детально не розглядають, а враховують коефіцієнт оперативної готовності.

Коефіцієнт оперативної готовності – це ймовірність того, що об'єкт знаходиться у визначеній бойової готовності в момент надходження команди на застосування.

Коефіцієнт оперативної готовності характеризує надійність зразків артилерійського озброєння, необхідність застосування яких виникає в довільний момент часу, після якого потрібна безвідмовна робота протягом певного проміжку часу. До цього моменту такі зразки можуть перебувати як в режимі чергування, так і в режимі застосування – для виконання інших бойових функцій. В обох режимах можливе виникнення відмов і відновлення працездатності зразка озброєння.

При відмові зразка та його ремонті для відновлення застосування коефіцієнт готовності залежить від середнього часу напрацювання на відмову та середнього часу відновлення працездатності.

Статистика основних критеріїв відмов зразків озброєння складає:

– ураження артилерійського озброєння вогнем противника близько 25 % відмов;

– неправильне застосування зразків близько 25 % відмов;

– недоліки експлуатації або низька якість ремонту близько 25 % відмов;

– недоліки конструкції і технології виробництва зразків близько 10 % відмов;

– природне старіння і знос близько 15 % відмов.

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МАЛОЇ РЕАКТИВНОЇ ВОГНЕМЕТНОЇ СИСТЕМИ ПІД ЧАС НАСТУПАЛЬНИХ ДІЙ

Гайдабука В.Є., Сургай Е.С.

Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Вогнеметні підрозділи, які мають на озброєнні малі реактивні вогнеметні системи (далі-МРВС) можуть придаватися механізованим, десантним, гірсько-штурмовим підрозділам (малим штурмовим групам) для посилення вогневої потужності та ураження укріплених позицій противника.

МРВС доцільно використовувати на етапі прориву оборони противника, зосереджуючи вогонь по опорних пунктах та вогневих засобах.

Вогневі позиції МРВС мають забезпечувати ураження цілей на максимальну дальність глибини оборони противника на ділянці прориву підрозділів (малих штурмових груп).

Мала реактивна вогнеметна система може використовуватись для знищення інженерних загороджень різного типу та прорублення проходів у мінно-вибухових загородженнях.

Мала реактивна вогнеметна система може супроводжувати наступ підрозділів, послідовно переміщуючи вогневі позиції та уражаючи виявлені вогневі засоби противника.

Застосування МРВС в наступі потребує чіткої взаємодії з підрозділами та забезпечення оперативного вогневого впливу на противника.

Застосування під час наступальних (штурмових) діях МРВС "SIVALKA VM-8" має ефективну перевагу у застосуванні а саме:

а) високу маневреність і мобільність. Такі системи можуть швидко розгортатися і змінювати своє місце розташування, що ускладнює їх виявлення і ураження противником;

б) можливість ведення вогню з коротких зупинок. Не потребують спеціальної підготовки вогневих позицій;

в) високу інтенсивність вогню за рахунок застосування реактивних снарядів. Дозволяє в короткий термін знищити важливі цілі противника;

г) менша уразливість у порівнянні з традиційною артилерією через мобільність і менший час перебування на вогневій позиції;

д) можливість оперативного залучення в різних напрямках завдяки відносно невеликій вазі і габаритам.

Висновок: таким чином вогнеметні підрозділи, які мають на озброєнні малі реактивні вогнеметні система (МРВС) дозволяють забезпечити гнучку підтримку загальновійськових підрозділів вогнем і ускладнити противнику виявлення та подавлення вогневих засобів наших військ (сил) під час наступальних (штурмових) дій.

ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСОБІВ ДЕЗАКТИВАЦІЇ РАДІОАКТИВНИХ ПОВЕРХОНЬ ОСНОВАНИХ НА НОВИХ ФІЗИЧНИХ ПРИНЦИПАХ

Галак О.В., Ковальчук В.І.

Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Вимоги, що зростають у світі до екологічної безпеки, дають можливість створення компактної, енергоефективної лазерної установки. Детонаційні технології відносяться до критичних технологій, на основі яких можуть бути реалізовані пульсуючі детонаційні системи, наприклад, пульсуючі детонаційні двигуни, детонаційні лазери, магнітогідродинамічні генератори з детонаційним згорянням палива, системи ініціювання об'ємного вибуху. Середня потужність лазера може перевищувати 100 кВт і вище. При цьому, застосування палива, як джерела енергії, робить систему не тільки компактною, але і малою по масі у відношенні до існуючих подібних систем. Довжина хвилі за рахунок формування випромінювання в далекій інфрачервоній області становитиме 10,6 мкм. Тобто, комбіновані силові установки забезпечать не тільки силовий привід і електричне енергозабезпечення машин. Це дозволить створити силові детонаційні установки з частотою періодичного ініціювання не менш, ніж 100 Гц, які будуть працювати на зрідженій суміші пропан-бутану з повітрям і незначним використання кисню.

Гонка озброєнь між державами, недосконаліть технології залишили нам у спадок забруднену територію, що змушує нас задуматись над тим, яким чином очистити територію від радіоактивного забруднення.

Війна що розвивається в Україні, викликала багато дискусій щодо того, чи буде москва ескалувати конфлікт, чи то через розчарування повільним прогресом своїх військових операцій, чи у відповідь на дії інших держав, навіть, можливо, вдаючись до ядерної зброї. Разом із цим можливе широке застосування високоточної зброї. Перш за все високоточна зброя буде уражати адміністративні центри, пункти керування, систему ППО, підприємства ядерної енергетики. У результаті зруйнувань останніх, утворюються зони зараження, що за своїми масштабами аналогічні зонам зараження в разі застосування зброї масового ураження.

На підставі зазначеного можна стверджувати, що доцільним є проведення дослідження з розроблення пропозицій із створення компактної лазерної установки. Вона виключає потребу у використанні турбокомпресорів для накачування детонаційної труби, систем охолодження лазерних агрегатів, що відповідно зменшує енерговитрати.

Головна і невирішена на сьогодні проблема в практичній реалізації пульсуючих детонаційних систем пов'язана зі створенням енергоефективної системи періодичного ініціювання детонації.

Застосування та впровадження лазерних технологій може надати значні переваги порівняно з існуючими способами та методами проведення дезактивації. Лазерна обробка надає можливість вирішити проблему багаторазового зменшення або повного зняття радіоактивного зараження техніки та споруд.

ВИЗНАЧЕННЯ ЗВУКІВ ПОСТРІЛІВ ГАРМАТИ НА ОСНОВІ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ АУДІОСИГНАЛІВ І ЗГОРТКОВИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Гера В.Я., Баган А.В., Сівак О.І., Бондар Р.В.
Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, м. Львів

У сучасних умовах бойових дій питання точного та своєчасного виявлення звуку пострілу гармати є критичним для систем ситуаційної обізнаності та охорони об'єктів. Враховуючи обмеження традиційних методів, що базуються на амплітудному аналізі чи простому пороговому розпізнаванні, у даній роботі запропоновано підхід, який поєднує глибоке навчання та візуальні характеристики звуку. Основною особливістю роботи є використання високочутливого конденсаторного мікрофону, підключеного до мікроконтролера через фантомне живлення. Це дозволяє створити автономну, мобільну систему виявлення, здатну функціонувати у складних умовах шумового середовища та нестабільного енергопостачання.

Аудіосигнал, отриманий із мікрофону, проходить кілька етапів попередньої обробки: сегментація вікном Хеммінга, перетворення Фур'є (FFT), обчислення мел-частотних кепстральних коефіцієнтів (MFCC) та побудова матриці самоподібності сигналу. Кожен з цих методів дозволяє виявити різні аспекти акустичної події, зокрема частотну структуру, імпульсність і повторюваність. Об'єднання цих характеристик в одне трьохканальне зображення (RGB) дозволяє надати згортковій нейронній мережі достатньо інформації для розпізнавання типових особливостей звуку пострілу.

У якості моделей були використані CNN-архітектури VGG16, InceptionV3 та ResNet18. Найкращі результати було досягнуто при використанні ResNet18 з попередньо навченою та донавченою конфігурацією. При цьому точність класифікації досягала 99.1% при надзвичайно низькому відсотку хибнопозитивних спрацьовувань (менше 0.5%). Це дозволяє використовувати систему не лише для аналізу заздалегідь записаних аудіофайлів, але й у реальному часі. Експерименти також показали, що зменшення частоти дискретизації до 8 кГц майже не вплинуло на точність, що критично для вбудованих систем зі зниженим енергоспоживанням.

Результати підтверджують ефективність поєднання глибинного навчання та аудіо-візуалізації для військової акустичної розвідки. У подальшому систему можна інтегрувати з іншими сенсорами (детектори диму, ІЧ-камери, GPS) для комплексного моніторингу. Також можливе її застосування для навчання систем виявлення артилерії та визначення напрямку джерела звуку.

Література:

1. **Salamon, J.**, Jacoby, C., Bello, J. P. A Dataset and Taxonomy for Urban Sound Research // *Proceedings of the 22nd ACM International Conference on Multimedia (MM '14)*. – Orlando, Florida, USA, 2014. – P. 1041–1044. – DOI: 10.1145/2647868.2655045.

2. **Ahmed, T.**, Uppal, M., Muhammad, A. Improving Efficiency and Reliability of Gunshot Detection Systems // *Proceedings of the IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)*. – Vancouver, BC, Canada, 2013. – P. 513–517. – DOI: 10.1109/ICASSP.2013.6637700.

НЕЛІНІЙНА ДИНАМІКА МАТЕРІАЛЬНОЇ ТОЧКИ У РУХОМОМУ ГАЗОПОДІБНОМУ СЕРЕДОВИЩІ. ІНТЕГРАЛЬНІ ПРЕДСТАВЛЕННЯ КООРДИНАТ ПРОСТОРОВОЇ ТРАЄКТОРІЇ

Глинін М.В., к.т.н., доцент Задорожний А.О., доцент Акіншин О.Г.
Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Нелінійна динаміка матеріальної точки в рухомому газоподібному середовищі розглядається як складний процес, що включає в себе взаємодію матеріальної точки з газовими частками, що відповідно рухаються зі змінною швидкістю та напрямком. Задачі балістики матеріальної точки розглядають не тільки у курсах теоретичної механіки, але й у спеціальній літературі.

Рівняння руху матеріальної точки: - в загальному випадку, рівняння руху матеріальної точки в газоподібному середовищі описуються за допомогою системи диференціальних рівнянь другого порядку для координат точки. Це рівняння можуть бути нелінійними через взаємодію з рухомими молекулами газу або через змінні сили середовища.

Інтегрування рівнянь руху матеріальної точки: - для отримання інтегральних представлень координат, необхідно інтегрувати ці рівняння, враховуючи початкові умови (положення та швидкість точки в початковий момент часу). Це інтегрування може бути складним через нелінійність рівнянь, тому часто використовуються чисельні методи або апроксимації.

Координати та траєкторія руху матеріальної точки: - після інтегрування рівнянь, координати матеріальної точки можна представити у вигляді функцій часу, що дозволяє визначити її траєкторію в просторі. Такі траєкторії можуть мати складну форму через нелінійні ефекти та змінні сили.

Взаємодія з молекулами газу: - для опису взаємодії точки з молекулами газу може використовуватись модель, яка враховує різні фізичні ефекти, наприклад, тертя, турбулентні потоки або ефекти, що виникають при ударі частинок.

Математичні моделі траєкторії руху матеріальної точки: - інтегральні представлення координат можуть бути сформульовані через математичні вирази, що пов'язують траєкторії точок з відповідними змінними параметрами (швидкість, прискорення, сили взаємодії)

Чисельні методи траєкторії руху матеріальної точки: - у випадках, коли точні аналітичні розв'язки важкодоступні через складність задачі, часто використовуються чисельні методи для інтегрування рівнянь руху, такі як методи Ейлера, Рунге-Кутта, Ламберта та інших, або симуляції динаміки руху матеріальної точки.

Таким чином, інтегральні представлення координат просторової траєкторії в задачах нелінійної динаміки матеріальної точки в рухомому газоподібному середовищі дозволяють моделювати складні процеси, що відбуваються під впливом змінних зовнішніх і внутрішніх сил. Вони є важливим інструментом для вивчення складного руху матеріальної точки, включаючи вивчення її траєкторії у різних середовищах і умовах.

РОЗРОБКА НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНОГО МАТЕРІАЛУ ШЛЯХОМ СТВОРЕННЯ 3D-ТУРУ МОДЕРНІЗОВАНОГО КОМПЛЕКТУ РАГ-2М

Гнатченко С.П., Ганус В.Ю., Меньшов С.М.
Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

РАГ-2М (розрахунково-аналітична група) – це комплекс засобів, призначений для збору, обробки та аналізу даних про радіаційну, хімічну та біологічну обстановку. Він використовується для: виявлення та оцінки масштабів зараження, інформування командування, прогнозування розвитку обстановки та збір даних. Обробка та аналіз даних (аналіз отриманих даних для визначення характеру та масштабу зараження, побудова карт та графіків для візуалізації обстановки, оцінка потенційних наслідків зараження для особового складу та населення, прогнозування розвитку обстановки та розробка рекомендацій для командування). Отримані дані передаються вищому командуванню для прийняття рішень щодо дій підрозділів в умовах РХБ-загрози. Це включає планування заходів захисту, евакуацію та інші необхідні дії. РАГ-2М дозволяє прогнозувати поширення зараження та його потенційні наслідки, що допомагає вжити превентивних заходів для мінімізації шкоди.

Основними функціями РАГ-2М є:

використання різних приладів та методів для виявлення та вимірювання рівня зараження;

отримання інформації з різних джерел, включаючи розвідку, спостереження та аналіз проб.

В сьогоденні під час повномасштабного вторгнення рф в Україну використання РАГ-2М в ЗСУ є надзвичайно важливим та не менш важливим є створення 3D-туру модернізованого комплекту РАГ-2М, що є новітньою інноваційною розробкою. Це актуальне, інноваційне рішення для підвищення ефективності навчання та ознайомлення з технічними характеристиками комплексу.

Такий підхід дозволяє: користуватися перевагами використання 3D-туру (візуалізація та інтерактивність), доступність та зручність, детальне ознайомлення з комплексом, модернізація навчального процесу.

3D-тур забезпечує детальний огляд комплексу з усіх ракурсів, дозволяючи користувачам вивчати його структуру та компоненти у віртуальному просторі. Інтерактивні елементи, такі як анімації, пояснювальні тексти та відео, роблять процес навчання більш захоплюючим та ефективним.

Використання 3D-технологій у навчальному процесі відповідає сучасним тенденціям та підвищує мотивацію до навчання. 3D-тур може бути інтегрований в існуючі навчальні програми та використовуватися, як допоміжний матеріал.

Отже, РАГ-2М відіграє важливу роль у забезпеченні безпеки військ та цивільного населення в умовах РХБ-загрози, а розробка 3D-туру модернізованого комплекту РАГ-2М – це перспективний напрямок у навчально-методичній роботі, який сприяє підвищенню якості навчання та ефективності використання техніки.

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ПОКРАЩЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЗАХИЩЕНОСТІ БТОТ ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ КОМПЛЕКСНОЇ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ ВІД УДАРНИХ БПЛА

Горбов О.М., Васильєв О.С., Киричик С.М.

Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Досвід війн та збройних конфліктів сучасності свідчить про те, що ефективність виконання військами завдань за призначенням цілком залежить від наявності у їхньому складі справного озброєння та військової техніки, здатних забезпечити надійне ураження противника та захист особового складу в бою. Однією з основних вимог до БТОТ завжди залишалась і є захищеність. Саме цей показник дозволяє ефективно зберігати особовий склад як основний компонент збройних сил, утримувати бойові машини у справному стані та безпосередньо впливати на хід ведення операцій. Надзвичайно швидкий технологічний розвиток ведення війни виявив нову найбільшу загрозу для БТОТ у вигляді ударних БПЛА. При цьому досвід широкомасштабної російсько-української війни наочно підтверджує істотне змінення форм і способів застосування сил та засобів під впливом безпілотних авіаційних систем, а саме FPV-дронів та дронів зі "скидами", змінюючи способи захисту техніки від наявних загроз на полі бою.

Враховуючи перелічені вище фактори виникає необхідність у покращенні наявних показників захищеності БТОТ за рахунок впровадження технологічних рішень на основі комплексного захисту від ударних БПЛА. На основі аналізу тактико-технічних характеристик сучасних ударних БПЛА було виявлено два основних напрямки захисту БТОТ від повітряних загроз: пасивний та активний. Відомо, що кожний метод захисту має свої переваги та недоліки застосування. Пасивні методи захисту є дешевшими, простішими й менш залежними від електроніки, але мають обмежену ефективність проти сучасних ударних БПЛА, особливо при точкових атаках згори. Активні методи забезпечують вищий рівень захисту завдяки можливості виявлення та нейтралізації загрози до удару, проте коштують дорожче, складніші в обслуговуванні та можуть бути менш ефективними проти рою дронів. Лише поєднання різних методів та способів захисту бронетехніки здатне забезпечити необхідні показники захищеності для наявних зразків у сучасних умовах поля бою.

Отже, напрямками даного дослідження полягають у збільшення ефективності застосування зразків БТОТ за рахунок суттєвого покращення їхніх показників захищеності завдяки створенню та впровадженню перспективного варіанту комплексного захисту від ударних БПЛА, враховуючи їхні тактико-технічні характеристики та особливості застосування. Попередні дослідження показали, що найбільші показники узагальненої функції бажаності мають сучасні схемні рішення з комбінованим застосуванням пасивних та активних методів захисту техніки від ударних БПЛА.

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЗАХИЩЕНОСТІ БТОТ ШЛЯХОМ ВПРОВАДЖЕННЯ КОМПЛЕКСНОЇ СИСТЕМИ ПРОТИДІЇ УДАРНИМ БПЛА

Горбов О.М., Васильєв О.С., Кочерга О.І.

Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сучасні збройні конфлікти демонструють, що успішне виконання бойових завдань значною мірою залежить від справності озброєння та техніки, які мають забезпечувати як ефективне вогневе ураження противника, так і надійний захист особового складу. Однією з ключових вимог до БТОТ традиційно є її показники захищеності. Цей параметр безпосередньо впливає на боєздатність техніки, збереження життя військовослужбовців та загальний хід бойових дій .

Стрімкий розвиток військових технологій призвів до появи нової серйозної загрози-ударних безпілотних літальних апаратів (БПЛА). Особливо актуальною ця проблема стала в умовах широкомасштабної російсько-української війни, де застосування FPV-дронів та дронів із системами скидання боєприпасів змусило адаптувати засоби захисту техніки до нових викликів.

У зв'язку з цим виникає потреба вдосконалити наявні системи захисту БТОТ шляхом реалізації комплексного підходу до протидії ударним БПЛА. На основі аналізу тактико-технічних характеристик таких БПЛА було виокремлено два основні напрями захисту: пасивний та активний. Пасивні засоби є простішими, дешевшими і не потребують складної електроніки, проте їх ефективність обмежена особливо щодо атак згори. Натомість активні системи дозволяють своєчасно виявляти та нейтралізувати загрозу, але є дорожчими, більш енергозалежними та складними в експлуатації. Оптимального рівня захисту можна досягти лише за рахунок поєднання обох типів систем. Таке комбіноване рішення дозволяє врахувати специфіку загроз та адаптувати техніку до сучасних умов ведення бойових дій.

Функціональність системи комплексного захисту базується на радарі керування вогнем, який використовує плоскі антени для забезпечення 360-градусного покриття. При виявленні снаряда, що летить, розраховується вектор наближення, тип загрози, час до ураження та кут атаки. Радарна система може обмінюватися даними з іншими транспортними засобами, забезпечуючи покращену координацію щодо виявлення загроз і націлювання. Вона може визначити, чи не влучить снаряд у ціль, утримуючи контрзаходи та обмінюючись даними для тактичного використання.

Отже, метою дослідження є підвищення ефективності БТОТ за рахунок розробки та впровадження перспективної системи комплексного захисту від ударних БПЛА з урахуванням їхніх технічних параметрів та тактичного застосування. Попередні дослідження підтверджують ефективність саме комбінованих підходів до захисту техніки.

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ АДАПТАЦІЇ СИСТЕМИ AMAP-ADS ДЛЯ ЗРАЗКІВ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ЗСУ

Городниченко П.С., Серпухов О.В., Пелехатий М. А.
Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Система активного захисту ADS інтегрує компоненти системи активного захисту в пасивну рознесену броню. Завдяки модульній конструкції ADS може бути адаптована до широкого спектру зразків бронетанкового озброєння та військової техніки і здатна захистити техніку від великокаліберної зброї, яку не зупинить легка броня. Розташування датчиків і засобів протидії забезпечує напівсферичний захист. Перекриття секторів модулів датчиків-протидія дозволяє системі перемагати атаки з кількох напрямів [1, 2]. У порівнянні з іншими системами жорсткого знищення тут немає рухомих частин, що робить ADS легким за вагою і зменшує потребу в електроенергії. У існуючому варіанті система не призначена для повної заміни пасивної броні, оскільки снаряди більшого калібру будуть лише роздроблені, а не повністю відхилені, і для поглинання залишкової енергії осколків потрібна пасивна броня. У системі AMAP-ADS не передбачені SMART- технології, зокрема виявлення і розпізнання піхоти, яка знаходиться у зоні контролю. Безумовне, надлишкове використання захисту підвищує його надійність, але не є оптимальним з точки зору ресурсозатратності. Ефективне застосування AMAP-ADS можливо при диференційованому спрацюванні датчиків. Однак, такий підхід вимагає розроблення алгоритму дій, який б мінімізував ймовірність хибного спрацюванні датчиків при забезпеченні достатнього рівня надійності (пропуску удару) [3]. Аналіз переваг та недоліків розглянутих реалізацій активного захисту зразків ОВТ дає змогу зробити висновок про доцільність розробки методики їх компонування для підвищення ефективності застосування. Для адаптації САЗ AMAP-ADS до використання його на вітчизняних зразках ОВТ необхідно вирішити завдання визначення оптимального набору елементів підсистеми кінетичного впливу та підсистеми управління із гнучкими (SMART) налаштуваннями.

Література:

1. Gautam K., Chaubey A., Verma D., Subba S., Kumar M., Kushwaha M., Sen M., Rai A, Rai R. Disaster Vs. Economy Drive: A Chronological Analysis of Global Disasters). *Strategic Management of Energy, Environment & Disaster for Sustainable Development.* Banaras Hindu University, Varanasi, IndiaVolume. Pp. 697-722.

2. Cao P., Zheng J., Li M. Post-Earthquake Scheduling of Rescuers: A Method Considering Multiple Disaster Areas and Rescuer Collaboration. *Sustainability.* 2023. №15. 11586. doi.org/10.3390/su151511586/

3. Auclair S., Gehl P., Delatre M. Needs and opportunities for seismic early warning prior to aftershocks for search and rescue teams: An in-depth analysis of practitioners' perceptions. *International Journal of Disaster Risk Reduction.* Vol.65. 102545. doi.org/10.1016/j.ijdrr.2021.102545.

АНАЛІЗ ВПЛИВУ БОЙОВИХ ДІЙ РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ НА ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН КОМПОНЕНТІВ НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Горохівська Н.В., Бардюжа Д.Д., Меньшов С.М.

Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Вторгнення рф в Україну спричинило масштабну екологічну катастрофу, наслідки якої відчуватимуться ще десятиліттями. Вплив бойових дій на компоненти навколишнього природного середовища є руйнівним і багатогранним.

Основними факторами руйнування є: забруднення ґрунтів, забруднення водних ресурсів, забруднення атмосферного повітря, знищення лісів та природних екосистем, вплив на біорізноманіття та інші.

Вибухи снарядів, ракет, авіабомб та іншої зброї залишають у ґрунті важкі метали, хімічні сполуки та інші токсичні речовин, а також руйнування промислових об'єктів, складів з хімікатами та паливно-мастильними матеріалами призводить до масштабних забруднень ґрунтів.

Військова техніка забруднює ґрунти нафтопродуктами, мастилами та іншими шкідливими речовинами, а мінування територій робить ґрунти непридатними для сільськогосподарського використання та створює довгострокові ризики для екології.

Вибухи у водоймах забруднюють воду хімічними речовинами, важкими металами та іншими токсичними сполуками. Руйнування очисних споруд та каналізаційних систем призводить до потрапляння неочищених стічних вод у водойми. Руйнування дамб та гребель призводить до затоплення територій та забруднення водних ресурсів. Особливу загрозу несе руйнування Каховської ГЕС, що призвело до масштабного затоплення територій та забруднення Дніпра та Чорного моря. Військова техніка забруднює водні ресурси нафтопродуктами та іншими шкідливими речовинами.

Вибухи снарядів, ракет та іншої зброї викидають в атмосферу велику кількість шкідливих речовин, таких як оксиди азоту, сірки, вуглецю та інші. Пожежі, спричинені бойовими діями, викидають в атмосферу дим, сажу та інші шкідливі речовини. Руйнування промислових об'єктів та складів з хімічними речовинами призводить до масштабних викидів в атмосферу. Військова техніка забруднює атмосферу вихлопними газами. Забруднення ґрунтів, водних ресурсів та атмосферного повітря негативно впливає на флору та фауну. Затоплення шахт на Донбасі, особливо неконтрольоване в зоні російської окупації, несе конкретні загрози підняття і засолення ґрунтових вод. Військові дії призводять до загибелі диких тварин та птахів. Особливо великі втрати у морській фауни чорного моря, а також знищення об'єктів природно-заповідного фонду.

Отже, вплив війни на екологію України є катастрофічним і матиме довгострокові наслідки для здоров'я людей та природного середовища, тому в сьогоденні актуальним питанням є розробка можливих технології та методів, які можна використовувати для очищення забруднених територій.

МУЛЬТИАГЕНТНІ СИСТЕМИ В ПРАКТИЦІ ВІРТУАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ ВІЙСЬКОВИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ.

Гречіхін А.О., Дидюк В.Г., Пришляк І.В.
Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Вантажні перевезення військового сегмента використовуються для підготовки масштабних навчань на різних базах і полігонів. До місць призначення можуть транспортуватися тисячі тон вантажів різної спрямованості. Це не тільки особовий склад, спеціальна техніка, системи зв'язку, боєприпаси, а й навігаційні комплекси, новітні пристрої автоматизованого управління бойовими стрільбами та багато іншого.

Актуальність питання обумовлена тим, що сучасний етап розвитку інфраструктури військових частин, полігонів, складів, баз і сховищ різного призначення вимагає збільшення ефективності автомобільних перевезень вантажів військового призначення, що тягне як необхідність планування маршрутів руху, так і раціональне використання вантажопідйомності автотранспортних засобів.

Існуючі автоматизовані системи управління перевізним процесом військового призначення формують модель даного процесу на основі даних, що вводяться співробітниками вручну. При цьому об'єктивність далека від необхідної для планування, контролю та аналізу перевізного процесу. Певна частина подій (просторово-тимчасове положення автотранспортних засобів (АТЗ), тривалість часу навантаження, розвантаження, простою АТЗ) не реєструється взагалі, автоматичний з'їм даних про події з АТЗ практично відсутня. Розвиток Інтернету в поєднанні з розвитком інформаційних технологій управління знаннями та роботами, розвитку інтелектуальних систем і телекомунікаційних технологій дає можливість включити перевізний процес і супутні йому елементи в загальну інформаційно-комунікаційну інфраструктуру військових частин, полігонів, складів, баз, сховищ і пунктів їх дислокації. Це дозволить на практиці реалізувати віртуальне управління перевізного процесу та підвищити його ефективність. Здійснити дане управління можливе за допомогою мультиагентних технологій.

У доповіді надано науково-технічне обґрунтування визначення архітектури інтелектуальної мультиагентної системи (ІМАС) і агентів для вирішення задач віртуального управління в перевізному процесі.

Поняття інтелектуальних транспортних агентів (ІТА), що входять в ІМАС являють собою не що інше, як мобільні інтелектуальні транспортні засоби, що переміщається в просторі і часі в інформаційній розподіленої транспортної мережі (ІРТС), які повинні бути наділені такими властивостями:

- володіти автономністю –
- володіти здатністю спілкування
- володіти властивістю реактивності –
- властивість гнучкості.

ВПЛИВ ЛОГІСТИКИ НА БОЙОВУ ГОТОВНІСТЬ ВІЙСЬКОВИХ ПІДРОЗДІЛІВ

Грищук М.Є., Дмитренко М.В., Савчук С.Л.
Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Вплив логістики на бойову готовність військових підрозділів є вирішальним і багатогранним під час ведення бойових Збройних сил України.

Логістика – це основа забезпечення ефективного функціонування армії як під час бойових дій, так і в період підготовки до них. Основними аспектами цього впливу є:

Матеріально-технічне забезпечення - в умовах сучасних бойових дій можна виділити:

необхідність швидкого реагування на зміну обстановки та оперативне перепланування постачання;

забезпечення безперебійного постачання в умовах активних бойових дій та порушеної інфраструктури;

підвищення ефективності використання ресурсів та зменшення втрат під час транспортування і зберігання;

інтеграція сучасних інформаційних технологій для управління логістичними процесами.

Для подолання цих викликів впроваджуються нові стандарти та підходи до організації МТЗ, зокрема адаптація до стандартів НАТО та використання сучасних логістичних систем.

Медичне забезпечення бойових дій - це система заходів, спрямованих на збереження життя і здоров'я особового складу в умовах збройного конфлікту або війни. Воно охоплює всі етапи медичної допомоги - від надання першої допомоги на полі бою до спеціалізованого лікування в тилових госпіталях.

Складові медичного забезпечення бойових дій:

організація медичної служби та евакуації;

принципи медичного та санітарно-епідеміологічне забезпечення;

засоби, персонал та психологічна допомога.

Слабка логістика в бойових умовах може мати катастрофічні наслідки, оскільки саме логістика забезпечує життєво важливі ресурси — боєприпаси, пальне, продовольство, медичне забезпечення тощо. Основні наслідки слабкої логістики:

втрата бойової ефективності та зростання втрат серед особового складу;

зрив планів операцій та загроза оточення або повного знищення;

втрати техніки, падіння морального духу;

вразливість тилу.

Висновок: Логістика є життєво-важливою складовою бойової готовності. Вона забезпечує безперервність дій, зменшує втрати, підвищує ефективність командування та контроль. Без налагодженої логістики навіть найкращі підрозділи не зможуть ефективно виконати бойове завдання.

ЗАСТОСУВАННЯ НЕНЬЮТОНІВСЬКИХ РІДИН У ЗАХИСНИХ СИСТЕМАХ

Губський С.О.[2], Чухліб В.Л.[2], Бобров О.Г.[1],
[1]***Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків***
[2] ***Національний технічноий університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків***

У сучасних умовах зростання загроз, пов'язаних із використанням вогнепальної зброї, дронів, особливо актуальним є розроблення та застосування ефективних та легких засобів захисту. Традиційні бронежилети та броня важкої техніки мають свої обмеження через вагу, товщину і складність виготовлення. Одним з перспективних рішень є застосування рідин з ефектом миттєвого загущення, які завдяки своїм унікальним властивостям можуть покращити захисні властивості матеріалів без істотного збільшення ваги чи жорсткості.

Рідини з ефектом миттєвого загущення (далі РЕМЗ) – це тип неньютонівських рідин, які при різкому зростанні швидкості зсуву багаторазово збільшують свою в'язкість. Під дією ударного чи іншого раптового навантаження такі рідини миттєво переходять у стан з підвищеним опором, а після зняття навантаження – повертаються до початкового рідкого стану. РЕМЗ складаються з рідини-носія та дрібнодисперсних частинок. Як наповнювачі зазвичай використовують діоксид кремнію, полімерні чи мінеральні частинки, а як носій – воду, етиленгліколь, поліетиленгліколь. Зараз активно вивчаються механізми миттєвого загущення, склад таких рідин, методи їх виготовлення та реологічні властивості.

Одним із напрямків застосування РЕМЗ є просочення кевларових тканин, які використовуються в «м'яких» захистах. Це дозволяє значно підвищити захист при ударі, рівномірно розподілити енергію по площині тканини, зберегти гнучкість і комфорт захисту. Слід враховувати, що за надмірних навантажень РЕМЗ може втратити цілісність, тому комбінація з кевларом критично важлива. Застосування РЕМЗ у важкій броні танків малоперспективне через обмежену стійкість рідини до надмірно високих енергій. Проте як комбінований захист для окремих вразливих частин бронетехніки – наприклад, двигуна, баків або модулів зв'язку – це може слугувати дієвим рішенням для захисту від уражень дронів, уламків або обмежених балістичних загроз. Такі рішення можуть забезпечити легкий, адаптивний захист техніки або її вузлів, де критично важлива гнучкість, зниження ваги та локальне поглинання енергії.

Отже, використання РЕМЗ у «м'яких» бронежилетах є актуальним та перспективним. Поєднання РЕМЗ із кевларовими тканинами підвищує стійкість до ударів без втрати гнучкості. Для важкої техніки РЕМЗ не забезпечує потрібного захисту, але може бути ефективним як додатковий захист окремих вузлів та від дронів. Подальші дослідження слід зосередити на комбінованих системах РЕМЗ-кевлар і їхній оптимізації для військової техніки та персонального захисту.

ВПЛИВ СПЕЦІАЛЬНОЇ ФІЗИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ НА СТВОРЕННЯ МОДЕЛІ ФАХІВЦЯ ВІЙСЬК ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІЗ ВРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ БОЙОВИХ ДІЙ

Гунченко В.О.,Большаков О.О.

Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Відомо, що цільова модель фахівця є системоутворюючим чинником у побудові процесу професійної підготовки. У зв'язку з цим, в цільовій моделі фахівця має бути подана його фізична модель, яка повинна містити індикаторні ознаки та способи оцінки особи, її фізичних, психологічних і психофізіологічних якостей, параметри професійної надійності, динамічного здоров'я та прогноз професійного довголіття. Ця модель зумовлює також й інші параметри моделі фахівця: засоби, методики, види, спрямованість професійної підготовки й, зокрема, тієї її частини, яка забезпечує відповідний рівень особистих якостей [3].

Встановлено, що професійна діяльність фахівців висуває високі вимоги до рухливості нервових процесів, емоційно-вольової сфери, якості, пам'яті, уваги й мислення. Результати досліджень ряду науковців [1,2], підтвердили положення про те, що у психіці людини немає чітких меж між розумовим та фізичним розвитком, установлені численні взаємозв'язки між різними сторонами психічного й психомоторного розвитку людини.

Таким чином, можна констатувати, що спеціальна фізична підготовка із врахуванням постійного зміну характеру ведення бойових дій функціонує відокремлено від інших складових освітнього процесу майбутніх фахівців технічного забезпечення.

Література:

1. Первачук О., Одеров А., Гунченко В., Пономарьов В., Небожук О., Мельніков А., Лашта В., Андрейчук В., Романів І. (2024) Взаємозв'язок військово-професійної підготовки та фізичної підготовленості військовослужбовців *Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я у сучасному суспільстві/укладачі : А. В. Цьось, С. Я. Індика;Ф50 Волин. нац. ун-т ім. Лесі Українки. –Луцьк, 2024. − No1(65).–118с. с.10-17* doi.org/10.29038/2220-7481-2024-01-10-17

2. Первачук, О., Романчук, С., Івакін, Т., Гоманюк, С., Іщенко, Є., Золочевський, В., Степанков, С., Потапчук, С., Андреєв, С., Цимбалістий, В., & Хомовський, О. (2024). Вплив чинників стресу на психологічну готовність військовослужбовців виконувати завдання професійної діяльності. *Вісник Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Фізичне виховання, спорт і здоров'я людини*, 28(3), 171–177. http://visnyk-sport.kpnu.edu.ua/article/view/296244

3. Hunchenko V. Mishyn M., Yuriev S., Babaiev Y., Ishchenko Y., Khachatryan A., Zonov O., Ivakin T., Zimnikov O., Komar I., Borzilo O. (2025) A study on the psychological qualities of military personnel in technical support units based on the implementation of an automated control system program for the process of special physical training. *Journal of Physical Education and Sport ,* Vol. 25 (issue 1), Art 4, pp. 30 - 37, January 2025 online ISSN: 2247 - 806X; p-ISSN: 2247 – 8051; ISSN - L = 2247 – 8051 JPES p.30-37 doi:10.7752/jpes.2025.01004

ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК ВІЙСЬКОВО-ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ТА СПЕЦІАЛЬНОЇ ФІЗИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ КУРСАНТІВ ПІДРОЗДІЛІВ ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Гунченко В.О., Цепляєв Ю.В.

Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Численними дослідженнями встановлено, що військово-професійна підготовка курсантів є інтеграційним процесом функціонування основних чотирьох базових систем: теоретичної, спеціалізованої, фізичної, практичної діяльності. Кожна з базових систем має свою мету та завдання, зміст, засоби і методи.

Кожна базова система в процесі військово-професійного навчання курсантів повинна вирішувати специфічні завдання. Так, фізична підготовка, вирішуючи своє базове завдання (розвиток основних фізичних якостей, зміцнення здоров'я, формування мотивації до занять фізичною підготовкою і спортом, розвиток спеціальної фізичної підготовленості). Відповідно до мети психологічної або психофізіологічної підготовки, може вирішувати аспектні завдання (формування емоційної стійкості, стійкості до гіпоксії, перевантажень, гіподинамічного режиму діяльності тощо) шляхом спеціальної цілеспрямованої організації та функціонування педагогічного процесу [148, 169].

У численних дослідженнях вказується на певні можливості фізичної підготовки з розвитку фізичних якостей, професійно значущих умінь, навичок, адаптаційних можливостей організму, у підвищенні фізичної й розумової працездатності, функціональних резервів організму й інших якостей військовослужбовців. Таким чином ефективність фізичної підготовки з формування необхідних якостей у фахівців залежить від розмаїтості застосовуваних засобів, її обсягу й спрямованості.

Отже, педагогічна система військово-професійного навчання курсантів повинна передбачати мету та завдання такого навчання, принципи наукової організації інтегральних педагогічних процесів, специфічні, процесуальні, дидактичні принципи, методики формування якостей і оцінку їх стану.

Література:

1. Большаков О.О., Гунченко В.О. Фізична підготовка військовослужбовців танкових екіпажів із врахуванням озброєння закордонного зразка. Збірник тез доповідей II еауково-практичної конференції Інноваційні технології організації фізичної підготовки військовослужбовців Збройних Сил України та сучасних військових конфліктів. Львів. НАСВ. 2025. – 246 с. с 52-54 https://asv.mil.gov.ua/sites/default/files/2025-03/zbirnyk-tez-dopov-konferentsiya-21-lyut-2025-r.pdf.

2. Гунченко В.О., Мішин М.В. Проблемні питання фізичної підготовки майбутніх військових фахівців технічного забезпечення. Сучасні тенденції та перспективи розвитку фізичної підготовки та спорту Збройних Сил України, правоохоронних органів, рятувальних та інших спеціальних служб на шляху євроатлантичної інтеграції України: тези VIII Міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 27 листопада 2024 р.). Національний університет оборони України. Київ : НУОУ, 2024. 464 с. с. 170-172 УДК 355.233.2:796(477)

АНАЛІЗ ВДОСКОНАЛЕННЯ АЕРОЗОЛЬНИХ СУМІШЕЙ

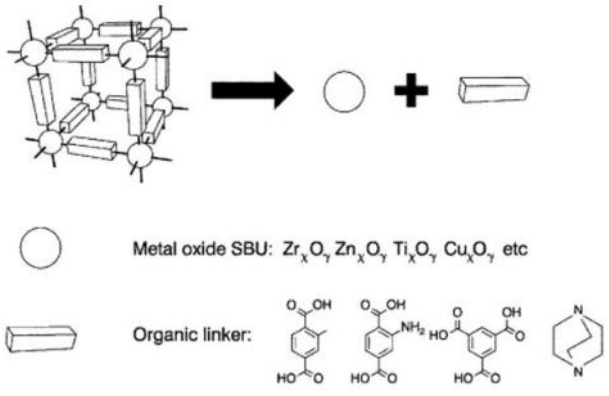
Дев'ятова Н.Б., Пасічник Б.

Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Протягом останніх десятиліть військові бойові машини і вантажівки оснащувалися різними системи озброєння, оптичними приладами та прицільнім обладнанням. Тому вони стали більш привабливою ціллю для ворожого вогню. Так як системи захисту не можуть і ніколи не захистять транспортні засоби від кінетичних або вибухових боєприпасів, тому були розроблені та впроваджені піротехнічні системи протидії, такі як захист димом.

Створення димових завіс або факелів у потрібній зоні (навколо бойової бронетехніки) є задачею багатьох виробників піротехнічних систем захисту, спрямованих на захист від виявлення у візуальному (VIS) та інфрачервоному (ІЧ) спектрах. Аерозолеутворюючими сполуки утворюють стійкі аерозолі при введенні їх в атмосферу, завдяки своїм оптичним якостям вони забезпечують маскування об'єктів або імітацію їх оптичних параметрів.

В якості удосконалення ефективності та для зниження пропускної здатності у візуальній, інфрачервоній та ультрафіолетовій областях електромагнітного спектру можливо використовувати мультиспектральні суміші на основі металоорганічного каркасу («MOF» – сполуки, які містять іони металів, скоординовані з органічними лігандами, ці координаційні мережі створюють стабільну пористу структуру, придатну для зберігання невеликих молекул), Ca, Sr, Ba, K і Cs метал використовують, як паливо, органічні лінкери, як окиснювач та добавки, які вибрані з групи, що складається зі зв'язуючих, охолоджуючих рідин і прискорювачів. MOF або MOF-композит присутній приблизно від 10 до 90 масових відсотків композиції димонепроникної речовини, тоді як паливо та окислювач у поєднанні складають приблизно 10 масових відсотків композиції димонепроникної речовини.



Література:

1. Pyrotechnic smoke obscurants containing metal-organic frameworks and composites thereof: patent of U.S. US 10,717,685 B1, filed on Jul . 21, 2020.

ВИВЧЕННЯ ВЕЛИЧИНИ ЗРОСТАННЯ ПОКАЗНИКІВ БОЙОВИХ (ВОГНЕВИХ) МОЖЛИВОСТЕЙ МЕХАНІЗОВАНОГО ПІДРОЗДІЛУ ПІД ЧАС ОБОРОННОГО БОЮ В МІСТІ

Демченко Б.В., Мітров В.С., Пашуба А.С., Ірочко В.С.
Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Досвід повномасштабного вторгнення російської федерації показує, що значна частина бойових дій відбувається в урбанізованій місцевості. Крім того, околиці населених пунктів можуть містити функцію рубежу оборони (переднього краю). В рамках роботи командирів механізованих підрозділів з організації оборонного бою, однією з основних завдань є створення системи вогню. Враховуючи відмічене, потрібно якісно оцінювати тактичну (оперативну) обстановку та визначення об'єктивних показників вогневих можливостей. Основними показниками вогневих можливостей є кількість куль на погонному метрі фронту за хвилину бою. Тобто, за врахуванням середніх показників оборонного бою, активною та стійкою оборона вважається при показнику 5 -7 куль на метрі за хвилину.

Загальноприйняті розрахунки передбачають дії механізованого підрозділу на обладнаній позиції, яка обладнана в грунті. Застосовуючи міську забудову багатоповерхової конструкції, за функцією захисних конструкцій оборонного рубежу, війська здатні розвинути значно більшу щільність вогню. Зазначене, передбачає ярусне розміщення бойових порядків та вогневих засобів, що має вплив на динаміку бою. Враховуючи відмічене, розташовуючись "один над одним", підрозділи зможуть значно збільшити руйнівну потужність у враженні (продавленні) противника зосередженим вогнем. Окрім відміченого, слід зауважити, що кути падіння куль (снарядів), матимуть різне значення, що подекуди підвищить об'єм що вражається. До відміченого можливо віднести часткове зменшення об'єму "мертвих" зон перед переднім краєм оборони. Пропорційно підвищенню вогневих позицій над рівнем грунта зростає коефіцієнт бойової ефективності протитанкових засобів (засобів боротьби з броньованими об'єктами). Зазначене є ще одним із основних показників вогневих можливостей підрозділу та вимірюється від 0 до 1 (ймовірність враження визначеної одиниці броне об'єкту). Застосування ручних гранат, у вказаних умовах передбачає іншу динаміку враження живої сили противника.

Розрахунок бойових можливостей оборонного бою в місті, має подальший розвиток щодо вдосконалення математичного апарату. Крім того слід враховувати особливості управління вогнем та інженерного забезпечення, які впливають на хід бойових завдань.

ДОСЛІДЖЕННЯ ДОСВІДУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ БТР М-113 ПІД ЧАС БОЙОВИХ ДІЙ І РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ ДЛЯ ЕКІПАЖУ

Дериведмідь Д.А., Воловоденко Ю.В.

Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У межах дослідження було проаналізовано практичний досвід експлуатації бронетранспортерів М-113 у бойових умовах, зокрема під час ведення бойових дій на території України. Вивчено особливості організації технічного обслуговування та вплив експлуатаційних умов на надійність і ефективність техніки.

Актуальність теми полягає в тому, що БТР М-113 стали ключовим елементом бронетанкової підтримки Сил оборони України в умовах повномасштабної війни. Їх застосування в бойових діях вимагає не лише високої тактичної майстерності екіпажів, а й чіткого дотримання регламентів технічного обслуговування в надзвичайно складних і динамічних умовах фронту.

Бойові дії довели, що БТР М-113 демонструють високі бойові властивості завдяки сучасному озброєнню, потужному двигуну, надійному броньованому захисту. Однак в умовах сучасного конфлікту вони потребують адаптації до нових загроз, зокрема активного використання дронів-камікадзе та протитанкових засобів.

У результаті аналізу технічного обслуговування М-113 та його порівняння з БТР-4В встановлено, що західна модель відзначається більшою автоматизацією та зручністю обслуговування завдяки модульній конструкції, а також наявністю сучасних діагностичних систем. Водночас її експлуатація вимагає високої кваліфікації екіпажу та доступу до спеціального обладнання, що створює певні труднощі в польових умовах.

На основі отриманих даних були сформульовані рекомендації для екіпажів М-113 серед яких:

– оптимізація процедур ТО з урахуванням бойових умов;

– підвищення рівня підготовки екіпажів через тренування на тренажерах та симуляторах;

– впровадження міжнародного досвіду експлуатації і обслуговування;

Зазначені заходи дозволяють підвищити ефективність бойового застосування М-113 та знизити ризики виходу з ладу в критичних ситуаціях, забезпечуючи сталість бойової готовності та збереження техніки.

Література:

1. M-113A3 Technical Manual TM 9-2350-277-34(2001)

2. Міністерство оборони України. Бойове застосування та технічне обслуговування бронетанкової техніки: Методичні рекомендації / МОУ, 2023.

МЕТОДИКА ОРГАНІЗАЦІЇ ВЕДЕННЯ РХБ РОЗВІДКИ ЗА СТАНДАРТАМИ КРАЇН ЧЛЕНІВ НАТО

Деркач С.В., Орел О.

Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В країнах НАТО методика організації ведення РХБ розвідки дуже гарно розвинута, та знаходиться на належному рівні. В сьогоденні під час повномасштабного вторгнення рф в Україну в Збройних Силах України це питання є дуже актуальним та важливим під час ведення бойових дій.

Методика організації ведення РХБ розвідки може поділятися на основні складові: планування та підготовки, забезпеченістю обладнанням, визначення цілей розвідки, підготовкою особового складу, визначення завдань розвідувальних груп, розробку планів зв'язку та евакуації.

Виходячи з цього витікають основні функції:

Кожна група повинна мати чітко визначені завдання, маршрути, час виконання та об'єкти розвідки. Вибір складу розвідувальних груп: До складу груп включаються фахівці з РХБ захисту, зв'язку, орієнтування та, за потреби, медичний персонал. Розвідувальні групи забезпечуються необхідними засобами індивідуального захисту (ЗІЗ), приладами РХБ розвідки (детектори, ідентифікатори, дозиметри), засобами зв'язку, навігації (GPS), картографічним матеріалом, транспортними засобами та іншим необхідним майном. Проведення інструктажів, тренувань та злагодження дій розвідувальних груп в умовах імітації РХБ зараження. Особлива увага приділяється правильному використанню ЗІЗ та приладів розвідки, а також діям у нестандартних ситуаціях. Забезпечення надійного зв'язку між розвідувальними групами та штабом, а також розробка маршрутів евакуації у випадку виявлення значного зараження або нападу противника.

Приховане та швидке переміщення розвідувальних груп до визначених об'єктів розвідки з дотриманням заходів безпеки. Проведення візуального огляду, інструментального контролю на наявність РХБ зараження, відбір проб (за потреби). Обстеження маршрутів висування військ на наявність зараження, визначення меж заражених ділянок, об'їздів та шляхів подолання. Організація спостережних постів для виявлення ознак застосування РХБ зброї противником, визначення напрямків розповсюдження зараженої хмари тощо.

Ретельне фіксування всіх виявлених фактів зараження (час, місце, тип речовини, концентрація, межі зараженої території) на картах, схемах, у журналах розвідки. Використання стандартизованих форматів донесень (наприклад, формат NATO CBRN Warning and Reporting). Оперативне передавання інформації про результати розвідки до штабу встановленими каналами зв'язку.

Отже, впровадження цієї методики вимагає відповідної підготовки особового складу, забезпечення сучасним обладнанням та постійного проведення навчань та тренувань для підтримання високого рівня готовності підрозділів РХБ розвідки.

АНАЛІЗ ВПЛИВУ РІЗНИХ ТИПІВ ТРАНСМІСІЙ НА ДИНАМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗРАЗКІВ БРОНЕТАНКОВОЇ ТЕХНІКИ

Дидюк В.Г., Щегельський А.О.

Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасних умовах ведення бойових дій бронетанкова техніка відіграє ключову роль у забезпеченні маневреності, вогневої могутності та живучості підрозділів. Одним із важливих факторів, що впливають на ефективність її застосування, є трансмісія — система, яка передає потужність від двигуна до рушійних коліс чи гусениць.

Тип трансмісії визначає динамічні характеристики машини, зокрема її розгінні властивості, керованість, паливну економічність, плавність руху та здатність долати перешкоди. У військовій техніці, де мова йде не лише про швидкість, а й про високу надійність і адаптацію до складних дорожніх та бойових умов, вибір типу трансмісії набуває стратегічного значення.

З огляду на активне оновлення та модернізацію парку бронетехніки в ЗСУ, а також впровадження нових зразків бронетанкової техніки на базі західних платформ, постає необхідність комплексного аналізу ефективності різних типів трансмісій — механічних, автоматичних, гідромеханічних, гідростатичних, електромеханічних, адаптивних коробок передач та гібридні системи приводу для покращення характеристик рухомості техніки у різних умовах експлуатації.

Тому тема доповіді, яка присвячена питання впливу різних типів трансмісій на динамічні характеристики зразків бронетанкової техніки
є актуальна.

В доповіді проводиться аналіз компонентної структури трансмісії механічної, гідромеханічної, автоматичної, наводяться динамічні характеристики бронетанкової техніки, такі як прискорення, маневреність, швидкість та паливна ефективність, які безпосередньо впливають на її бойову ефективність і виживаність на полі бою. Розглядаються сучасні технології які дозволяють удосконалювати конструкцію трансмісії, що є ключовим елементом у покращенні динамічних параметрів, наведені порівняльні таблиці трансмісій.

Особа увага приділяється необхідності адаптації техніки до реальних бойових умов на різних театрах воєнних дій (грунти, рельєф, перешкоди), пошуку рішень для зниження навантаження на екіпаж, підвищення маневреності у ході виконання бойових завдань, впровадженням цифрових систем керування трансмісією, що змінюють традиційні уявлення про її конструкцію та функціонування.

Таким чином, проведений системний аналіз різних типів трансмісій, аналіз впливу трансмісій на динаміку бронетанкової техніки, підвищення ефективності трансмісії сприяє оптимальному використанню потужності двигуна, зменшенню втрат енергії та покращенню керованості техніки і є особливо важливими для обґрунтованого вибору технічних рішень при проектуванні, модернізації та експлуатації сучасної бойової техніки.

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ДЛЯ ВЕДЕННЯ РАДІАЦІЙНОЇ РОЗВІДКИ

Дмитренко М.В., Грищук М.Є., Линник М.Ф.
Військовий інститут танкових військ Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сучасні умови повномасштабного воєнного вторгнення російської федерації характеризуються масовим застосуванням високоточних зразків озброєння, що створює постійну загрозу руйнування об'єктів критичної інфраструктури, зокрема ядерних і промислових підприємств, а також створює ризики витоку радіоактивних речовин.

Необхідність проведення радіаційної розвідки у цих умовах стає ключовим елементом у системі захисту населення, військовослужбовців та навколишнього середовища, а це обумовлює активізацію розроблення та використання відповідних безпілотних літальних апаратів (БПЛА).

Аналіз бойових дій показав, що фізична присутність фахівців з радіаційної, хімічної та біологічної розвідки у зонах активних бойових дій або поблизу обстріляних об'єктів може бути неможливою або вкрай небезпечною. БПЛА дозволяють здійснювати моніторинг без необхідності прямого контакту людини з небезпечною зоною, зменшуючи ризик опромінення, втрат серед персоналу та військових підрозділів.

Безпілотні літальні апарати можуть швидко доставляти необхідні прилади для вимірювання радіаційного фону в зону ураження, навіть за умов нестабільної обстановки або обмеженого доступу. Їх застосування дозволить виявляти радіаційні загрози одразу після атак на ядерні об'єкти або під час підозри на використання боєприпасів із радіоактивними компонентами. Це особливо актуально для підрозділів радіаційного, хімічного та біологічного захисту (РХБЗ), які можуть застосовувати дрони з відповідними приладами для виявлення та оцінки радіаційної обстановки.

Обладнані сучасними сенсорами та GPS-навігацією, БПЛА забезпечать точне картографування зон радіоактивного забруднення у режимі реального часу, що дозволить ефективно планувати заходи РХБЗ, а також убезпечити пересування та дислокацію військових підрозділів.

БПЛА можуть працювати в місцях, де існує загроза мінування, обстрілів або руйнувань. Це особливо важливо для оцінки стану територій поблизу Запорізької АЕС, Чорнобильської АЕС, сховищ ядерних відходів та інших об'єктів, які можуть стати мішенню для ворога. Уникнення прямого контакту з небезпечними зонами дозволяє зберігати життя та боєздатність військових підрозділів.

Висновок: подальший розвиток та застосування технології використання БПЛА для радіаційної розвідки зон можливого забруднення дозволить значно посилити радіаційний контроль у режимі реального часу, зберегти життя військовослужбовців і цивільного населення, а також зменшити екологічні наслідки збройної агресії.

РОЗРОБЛЕННЯ ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМ ОЧИЩЕННЯ ПОВІТРЯ ДВИГУНІВ БТОТ ЗА ДОСВІДОМ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ІНОЗЕМНИХ ЗРАЗКІВ

Дубчев І.В., Воловоденко Ю.М.

Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У доповіді показано, що система очищення повітря зразків бронетанкового озброєння та техніки (БТОТ) є критичним компонентом, що впливає на боєготовність бронетехніки [1, 2]. При експлуатації зразків БТОТ в різних кліматичних умовах і різній місцевості забруднене повітря сприяє передчасному зношенню двигунів, що знижує їх ефективність і може привести до несправності [2, 3]. Отже, система очищення повітря зразків БТОТ потребує удосконалення систем фільтрації [3, 4].

Метою дослідження є розробка пропозицій щодо удосконалення конструкції та впровадження нових технологічних рішень.

Розроблені пропозиції щодо встановлення датчика пилу для оперативного моніторингу рівня забруднення фільтрів і захисної поролонової прокладки, що підвищує герметичність і зменшує механічний знос фільтруючих елементів. Обґрунтовано використання адаптивних фільтраційних технологій, що покращують ресурс роботи двигуна.

Запропоновані рішення удосконалення системи очищення повітря двигунів зразків БТОТ шляхом впровадження датчиків забруднення, захисних прокладок і адаптивних технологій фільтрації сприятиме підвищенню їх ефективності в бойових умовах, зменшенню експлуатаційних витрат та забезпеченню довготривалої експлуатації техніки.

Література:

1. Herasimov S., Borysenko M., Roshchupkin E. Spectrum Analyzer Based on a Dynamic Filter. Journal of Electronic Testing. 2021. № 37. С. 357–368. DOI: https://doi.org/10.1007/s10836-021-05954-0.

2. Herasimov S., Roshchupkin E. Parameters of monitoring the technical condition of airspace radio engineering monitoring systems. Міжнародна науково-практична конференція «Застосування інформаційних технологій у підготовці та діяльності сил охорони правопорядку». 2022. С. 31-32.

3. Herasimov S., Soroka V., Yevseiev S. and etc. Development of a Method for Measuring small Nonlinear Distortions of Periodic Electrical Signals. 2022 International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT). 2022. P. 49-52. DOI: https://doi.org/10.1109/ISMSIT56059.2022.9932685.
https://doi.org/10.1109/ISMSIT56059.2022.9932685.

4. Yevseiev, S., Herasymov, S., Kuznietsov, O., Opirskyy, I., Volkov, A., Peleshok, Y., Sinitsyn, I., Milevskyi, S., Matovka, T., & Rizak, V. (2023). Method of assessment of frequency resolution for aircraft (Метод оцінки частотної роздільної здатності виявлення повітряного засобу). Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2(9 (122), 34–45. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.277898.

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ПРЕДМЕТІВ ТА САМОРОБНИХ ВИБУХОВИХ ПРИСТРОЇВ ПІД ЧАС НАВЧАННЯ КУРСАНТІВ З ПРЕДМЕТУ "ІНЖЕНЕРНА ПІДГОТОВКА"

Дядченко А.В., Радченко І.О., Сінько В.В.
Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В умовах ведення гібридних війн, мінної небезпеки та поширення здійснення терористичних актів, особливої актуальності набуває якісна підготовка майбутніх офіцерів до дій в умовах мінної небезпеки. Одним із ключових напрямів такої підготовки є формування навичок ідентифікації вибухонебезпечних предметів (ВНП) та саморобних вибухових пристроїв (СВП). В роботі розглянуто обґрунтування доцільності використання сучасних методів ідентифікації ВНП та СВП у процесі навчання курсантів під час вивчення курсу "Інженерна підготовка". Навчання включає як теоретичну підготовку (класифікація, основні ознаки ВНП та СВП, методи їх виявлення), так і практичні заняття з використанням макетів, тренажерів, відеосюжетів та імітаційних засобів. Під час підготовки до проведення занять варто звернути увагу на можливість використання 3D макетів вибухонебезпечних предметів, які за своєю формою та розмірами відповідають реальним зразкам, а також можуть споряджатися засобами імітації спрацювання. Особливо ефективними є методики, що базуються на аналізі реальних випадків, які сталися в зоні бойових дій, а також застосування технічних засобів (металодетектори, міношукачі з функціями георадарів, засоби інженерної розвідки, роботизовані комплекси знешкодження ВНП та СВП). Запровадження практико-орієнтованих підходів сприяє формуванню у курсантів алгоритмів безпечної поведінки при виявленні підозрілих об'єктів та швидкому прийняттю рішень. Підсумки навчання засвідчують підвищення рівня готовності до дій у складних умовах під час ведення бойових дій. Таким чином, інтеграція сучасних методів ідентифікації ВНП і СВП у систему підготовки курсантів з інженерної підготовки дозволяє значно підвищити ефективність освітнього процесу та рівень захищеності особового складу, а також обізнаність майбутніх офіцерів щодо сучасних зразків ВНП, які можуть бути встановлені ворогом.

Література:

1. Васильєв С.О., Клименко О.В. Протимінна діяльність: підручник. — Київ: НУОУ, 2022.
2. Explosive Ordnance Guide for Ukraine, GICHD, 2025.
3. NATO Standardization Office. AJP-3.15(B) Allied Joint Doctrine for Counter-Improvised Explosive Device Operations. — Brussels, 2021.

ПРАКТИКА МАЙНДФУЛНЕС ЯК МЕТОД ВІДНОВЛЕННЯ ПСИХОЛОГІЧНОЇ СТАБІЛЬНОСТІ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ

Єсіна О.А.

Мелітопольський державний педагогічний університет ім. Богдана Хмельницького, м. Запоріжжя

Особливе місце в сучасній науці займає пошук ефективних методів психологічної допомоги військовослужбовцям. Переживши травматичний бойовий досвід, вони потребують тих інструментів психологічної інтервенції, які допоможуть відновити ментальне благополуччя.

Майндфулнес є відносно новим, але науково обґрунтованим методом. Він базується на розвитку навичок усвідомленості, концентрації уваги та прийняття власних переживань без оцінювання. Завдяки застосуванню майндфулнес людина здатна регулювати свій емоційний стан, знижувати рівень автоматичних негативних думок та формувати більш адаптивні способи реагування на стресові ситуації.

Навчитись помічати свої думки, ідентифікувати емоційні стани, відновити контакт з тілом, не заглиблюючись у негативні переживання – все це і є основною метою практики майндфулнес. Прийняття свого досвіду та встановлення контролю над емоційно-поведінковими станами, а значить підвищення порогу чутливості до тригерів на реакцію новизни, сприяє психологічній стабільності та виходу з «автопілотного режиму» життєдіяльності особистості.

Використання майндфулнес у роботі з військовослужбовцями має ряд переваг:

— доступність, гнучкість та адаптивність до різних запитів. Це можуть бути запити від роботи з гострим стресом до довгострокового відновлення після бойових дій. Завдяки цьому метод може бути інтегрований у різноманітні реабілітаційні та підтримуючі програми без значних ресурсних витрат;

— орієнтованість на розвиток через самопізнання. Через розвиток навичок самоспостереження військовослужбовці вчаться розпізнавати свої емоції, їх ідентифікувати, а значить вчасно запобігати ескалації тривожності, агресії чи інших дестабілізуючих станів;

— освоєння базових технік не потребує спеціальної підготовки, що дає змогу практикувати майндфулнес самостійно після навчання з терапевтом або у груповому форматі. Це робить військовослужбовця автономним в отриманні допомоги та дає можливість самостійно надавати її собі у потрібний час, навіть в польових умовах.

Отже, резюмуючи, ми можемо зробити висновок, що практика майндфулнес є сучасним науково-доказовим методом відновлення психологічної стабільності військовослужбовців після пережитих психотравмуючих подій.

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ EDIP У НАВЧАННІ З ТАКТИЧНОЇ МЕДИЦИНИ

Єфімов Д.Г., Бородій Ю.С.
Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, м. Львів

Метод EDIP є потужним інструментом для здобуття навичок тактичної медицини та має ряд значних переваг. Послідовність: метод забезпечує чітку та логічну послідовність навчання, що полегшує засвоєння складних навичок. Структурованість: подача матеріалу та засвоєння навичок формуються у цілий комплекс, який відтворюється в симуляційних сценаріях. Наочність: демонстрація та практичне відпрацювання дозволяють зрозуміти механізм кожної навички. Практична спрямованість: можливість здобути особистий практичний досвід у виконанні навички. Активна участь: кожен курсант\військовослужбовець приймає безпосередню участь у навчальному процесі, що сприяє кращому запам'ятовуванню та розумінню матеріалу. Зворотний зв'язок: викладач\інструктор має можливість спостерігати за діями курсантів\військовослужбовців на практичних етапах відпрацювання, та надавати своєчасний зворотний зв'язок і своєчасно корегувати помилки.

Формування впевненості та компетентності: багаторазове практичне відпрацювання навичок у різних сценаріях сприяє формуванню впевненості у власних силах та підвищує рівень компетентності майбутніх фахівців. Адаптивність: Метод EDIP може бути адаптований до навчання різних практичних навичок з надання домедичної допомоги, від базових до більш складних. Також метод допомагає адаптувати здобуття навичок серед різних категорій військовослужбовців: курсантів, рядовий, сержантський та офіцерський склад тощо. Підготовка до стресових ситуацій: симуляційні навчання, що є частиною етапу формування навички, допомагають курсантам\військовослужбовцям адаптуватись до стресових умов та навчитися діяти ефективно під тиском.

Метод EDIP може бути ефективно застосований для здобуття широкого спектру навичок тактичної медицини, включаючи: контроль критичних кровотеч; забезпечення прохідності дихальних шляхів: надання допомоги при виявленні ознак напруженого пневмотораксу, надання допомоги при проникаючих пораненнях грудної клітки, надання допомоги при опіка, іммобілізація переломів, транспортування та переміщення поранених; визначення вітальних функцій пораненого: рівень свідомості, частота дихання та пульсу; ведення медичної документації в умовах бою; комплектування аптечки індивідуальної та робота із засобами надання допомоги. Його структурований підхід, акцент на практичному відпрацюванні та можливість отримання негайного зворотного зв'язку роблять його особливо цінним у підготовці фахівців, які діятимуть в умовах підвищеного ризику. Застосування методу EDIP дозволяє не лише ефективно передавати знання та навички, але й формувати впевненість та готовність до дій у критичних ситуаціях, що в кінцевому результаті може врятувати життя пораненого.

ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ВЗАЄМОДІЇ СКЛАДОВИХ СЕКТОРА БЕЗПЕКИ І ОБОРОНИ УКРАЇНИ

Єфімов Г.В., Ринський І.М.
Науковий центр Національної академії сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного м. Львів

Розглядаються основні проблеми координації між складовими сектора безпеки і оборони України в умовах воєнного стану. Проаналізовано виклики, пов'язані з правовим, управлінським, кадровим та інформаційним забезпеченням оборонного потенціалу держави.

Ключові слова: сектор безпеки і оборони, координація, взаємодія, цифрова інтеграція, стратегічне управління.

Низький рівень координації складових сектора безпеки і оборони України вбачається ключовою проблемою його функціонування. Збройні сили, Служба безпеки, Національна гвардія, Держприкордонслужба, Нацполіція, розвідка, інші органи діють в умовах фрагментованості управлінських структур. Відсутність дієвих міжвідомчих механізмів ускладнює реагування на загрози, спричиняє дублювання функцій і неефективне використання ресурсів.

Правове забезпечення діяльності складових сектора також має фрагментарний характер. Законодавство на встигло адаптуватись до викликів гібридної війни, а з розгортанням повномасштабної агресії його відставання загострилось. Це гальмує інтеграцію та унеможливлює уніфіковане планування оборонних операцій.

Потребує перегляду кадрова політика: спостерігається відсутність єдиної системи підготовки управлінських кадрів, що негативно впливає на здатність СБОУ адаптуватися до динамічних змін на полі бою. Існує потреба в розвитку інституційної культури, заснованої на принципах стратегічного лідерства та виваженого цивільного контролю.

Залишається слабкою цифрова інтеграція. Необхідне впровадження єдиної платформи для обміну розвідданими, управлінськими рішеннями та логістичними потоками, відсутність якої створює ризики для оперативного управління військами.

Окремо варто виділити проблеми військової складової територіальної оборони та взаємодії її компонентів. Інтеграція добровольчих формувань територіальних громад відбувається повільно, вимушене ситуативне «перепрофілювання» бригад і батальйонів Територіальної оборони на виконання задач механізованих, стрілецьких, піхотних частин сухопутних військ створює небезпечний прецедент «вимивання» місії військової складової територіальної оборони. За роки відбиття агресії не досягнута належна координація між органами влади і військовими структурами.

Значні виклики постають і в інформаційній площині. Відсутність єдиного центру стратегічних комунікацій призводить до розрізненості дій у сфері інформаційної безпеки та протидії дезінформації.

Отже, для забезпечення ефективної взаємодії складових безпеки і оборони країни необхідна інституційна реформа, цифрова трансформація, уніфікація законодавства, а також розбудова спільного стратегічного простору управління на міжвідомчому рівні.

ТЕХНІЧНЕ РІШЕННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ ДІЛЯНКИ З РЕМОНТУ ДВИГУНІВ У РЕМОНТНО-ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ПІДРОЗДІЛАХ

Жилінський І.В., Яровий В.С., доктор філософії, Коваленко І.М.; Зайко В.В.; Заєць Н.Л.

Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації імені Героїв Крут, м. Київ

В умовах російської агресії проти України, коли в бою бронетехніка, яка рятує життя особового складу Збройних Сил України, виходить з ладу не тільки внаслідок бойового ураження противником, а й внаслідок виходу з ладу з технічних причин основним завданням ремонтно-відновлювальних підрозділів є найшвидше і якісне її відновлення.

Основними причинами виходу з ладу бронетехніки, особливо старого парку, є вихід з ладу двигунів внутрішнього згорання. Ремонт двигунів БМП, БТР та іншої техніки на їх базі заводами-виробниками практично не передбачався. Але в реальних умовах, коли ця техніка виходить з ладу внаслідок великого строку експлуатації, який не передбачений заводами-виробниками, виникає необхідність відновлення її силами і засобами ремонтно-відновлювальних органів.

Для якісного і прискореного відновлення двигунів такої техніки є необхідність впровадження рішення щодо створення стендів для "холодної" та "гарячої" обкатки двигунів, які вже впроваджені в одному з ремонтно-відновлювальних батальйонів.

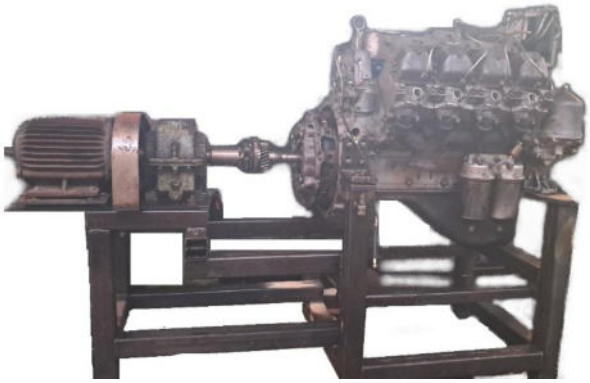


Рис. 1. Стенд "холодної" обкатки двигунів БТОТ

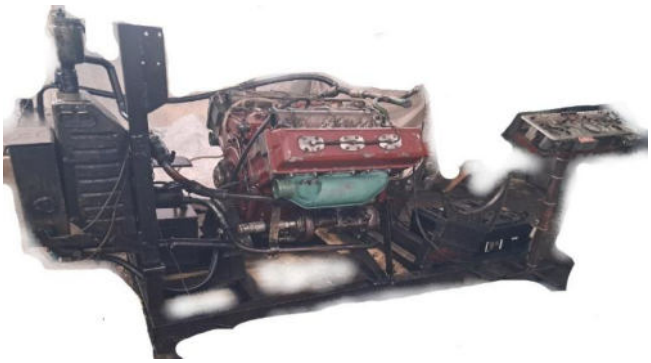


Рис. 2. Стенд "гарячої" обкатки двигунів БТОТ

Таке технічне рішення дає змогу зекономити час та людські ресурси для виходу техніки з ремонту та повернення її до підрозділів.

СИСТЕМИ СИТУАЦІЙНОЇ ОБІЗНАНОСТІ ДЛЯ ОЦІНКИ ТА УТОЧНЕННЯ МІСЦЕВОСТІ З ВИКОРИСТАННЯМ БПЛА

Заверуха Г.В., Янішен А.С., Новосьолов Ю.К.
Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасних умовах ведення бойових дій, повномасштабного вторгнення рф ключовим фактором успіху є оперативне отримання, аналіз і використання актуальної інформації про місцевість та обстановку, яка склалась на полі бою. Особливого значення це набуває при плануванні та веденні бойових дій, виборі позицій, координації підрозділів і коригуванні вогню. Застосування безпілотних літальних апаратів (БпЛА) у поєднанні з сучасним програмним забезпеченням, таких як ПК "Кропива", а також системами ситуаційної обізнаності ІКС "Дельта", дозволяє суттєво підвищити точність та швидкість оцінки місцевості.

Програмне забезпечення "Кропива" - це багатофункціональний інструмент тактичного рівня, який забезпечує: роботу з топографічними та електронними картами; відображення бойової обстановки; роботу в офлайн-режимі; взаємодію з іншими системами ситуаційної обізнаності.

Інтеграція БпЛА в систему оцінки місцевості на сьогодні є незамінним засобом збору розвідувальної інформації про місцевість. За допомогою квадрокоптерів (наприклад DJI Mavic тощо) можна оперативно отримувати знімки високої якості, а також вести відеоспостереження в режимі реального часу.

У поєднанні з ПК "Кропивою" та ІКС "Дельта" реалізуються такі можливості: завантаження фотознімків для аналізу; створення ортофотопланів та прив'язка до координат; розмітка об'єктів на місцевості, виявлених за допомогою БпЛА; побудова 3D-моделей та профілів рельєфу на основі оброблених даних.

Отримані дані з БпЛА дозволяють уточнити: конфігурацію місцевості, рельєф, особливості річок, лісосмуг, забудов; наявність нових або змінених об'єктів, не відображених на наявних картах; доступні шляхи висування, укриття, можливі маршрути евакуації; зони, непридатні для пересування техніки або особового складу. Усе це може бути оперативно нанесено на карту в ПК "Кропиві" та ІКС "Дельта", з наданням доступу іншим користувачам через внутрішню мережу. Дані з "Кропиви" можуть передаватися в ІКС "Дельта".

Це дозволяє: вести єдину бойову карту в реальному часі; координувати дії між підрозділами.

Таким чином, забезпечується висока швидкість прийняття рішень і зменшується ймовірність помилок.

Сучасне ведення бойових дій вимагає точного і швидкого орієнтування на полі бою. Поєднання можливостей БпЛА з програмним забезпеченням "Кропива" та ІКС "Дельта" є ефективним інструментом для оцінки і уточнення місцевості. Таке рішення дозволяє командирам усіх рівнів приймати обґрунтовані тактичні рішення на основі актуальної інформації, що істотно підвищує ефективність бойових дій та зберігає життя особового складу.

ВПРОВАДЖЕННЯ НОВІТНІХ МЕХАНІЗМІВ РЕАБІЛІТАЦІЇ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ

Заєць Н.Л., Коваленко І.М., Зайко В.В., Чорненький В.С., Терещенко О.М.

Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації імені Героїв Крут, м. Київ

Повномасштабна війна в Україні поставила перед державою нові виклики у сфері охорони здоров'я та соціального захисту військовослужбовців. Щодня до медичних закладів надходять поранені, травмовані чи психологічно виснажені бійці, які потребують не лише невідкладної медичної допомоги, а й довготривалої, якісної реабілітації. У таких умовах питання створення сучасної, технологічно забезпеченої системи відновлення військовослужбовців Збройних Сил України набуває особливого значення.

Актуальність теми обумовлена тим, що збереження здоров'я, працездатності та психологічної стійкості захисників напряму впливає не лише на ефективність бойових дій, а й на відновлення суспільства у післявоєнний період. Реабілітація — це не лише лікування, а й повернення до повноцінного життя, професійної діяльності, сім'ї, громади. Від ефективності цих процесів залежить якість життя військових і рівень соціальної інтеграції.

Система реабілітації військовослужбовців в Україні знаходиться на етапі активного формування. Серед основних проблем — нестача високотехнологічного обладнання в медичних закладах, обмежені можливості фізичної та психологічної реабілітації, застарілі методи лікування, відсутність єдиної комплексної державної стратегії з відновлення військових.

Бракує спеціалізованих реабілітаційних центрів, особливо в регіонах, які найбільше постраждали від бойових дій. Існуюча медична інфраструктура часто не справляється з обсягом роботи та специфікою травм, які отримують військові на полі бою.

Окрема проблема — це психологічна реабілітація. Посттравматичний стресовий розлад (ПТСР), депресія, панічні атаки, агресія, порушення сну — ці розлади потребують не меншої уваги, ніж фізичні поранення. Проте в Україні ще не сформована ефективна система психосоціальної підтримки, не вистачає кваліфікованих психологів і психотерапевтів з досвідом роботи з військовими.

Також актуальною є проблема соціальної адаптації після повернення з фронту: військові нерідко стикаються з нерозумінням, байдужістю, труднощами з працевлаштуванням, відсутністю чітких механізмів реінтеграції у мирне життя.

Для ефективного подолання вищезазначених проблем необхідно запроваджувати новітні технології, створювати сучасну реабілітаційну інфраструктуру та впроваджувати комплексний міжвідомчий підхід.

Одним із дієвих рішень є використання телемедицини, яка дозволяє забезпечити медичний нагляд за пацієнтом на відстані, надаючи доступ до фахової допомоги навіть у віддалених районах. Це особливо важливо для військових, які не мають змоги перебувати у стаціонарі.

МОДЕЛЬ РЕКОМЕНДАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ В СКЛАДІ БРОКЕРА СЕРВІС-ОРІЄНТОВАНОЇ АРХІТЕКТУРИ

Зарічний Я.С.,
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігора Сікорського», м. Київ

З кожним днем об'єм інформації, яка циркулює у мережі Інтернет, стає все більш, що підвищує рівень вибору рекомендацій, які базуються на контенті. Отже, рекомендаційні системи мають ключове рішення у даному контексті.

У сервісно-орієнтованій архітектурі (service-oriented architecture, SOA) застосунки, які збирають і подають пропозиції, класифікуються як веб-сервіси. Вони призначені для створення розподілених застосунків із швидкою, економічно ефективною та відносно простою композицією у гетерогенних середовищах. Такі програмні системи розроблені для надання функцій, які доступні через веб-технології з дотриманням встановлених для них стандартів, а також врахуванням архітектури систем сервісно-орієнтованих обчислень (service-oriented computing, SOC).

Сучасний пошук документів тощо серед їх великої і постійно зростаючої кількості у мережі Інтернет, які найбільш повно відповідають запитам користувачів, нерідко виявляється складним завданням. У SOC використовуються веб-сервіси для розробки розподілених застосунків. Вони є стандартизованими засобами для взаємодії між програмними застосунками різних платформ та структур. Однак, існують проблеми з їх вибором та виявленням через обмеження у стандартах. Крім цього, процес вибору та використання веб-служб ускладняються внаслідок певних недоліків у структурі реєстру UDDI та у мовах опису веб-сервісів, таких як описи WSDL.

В доповіді проведкно аналіз практичних викликів, які виникають при експлуатації систем сервісно-орієнтованих обчислень. Вказуються переваги, які забезпечуються включенням спеціалізованої рекомендаційної системи у складі брокера об'єктних запитань у моделі SOA. Відмічено, що ефективність реалізації послуг у SOA можливо підвищити за рахунок накладання на компоненти брокера об'єктних запитань SOA додаткових функції управління, моніторингу та прогнозування навантажень, які можливо розглядати як функції спеціалізованих рекомендаційних систем. Запропоновано модель рекомендаційної системи в складі брокера сервіс-орієнтованої архітектури. Розкрито сутність моделі та її поведінки у сучасних умовах постійно зростаючих обсягів інформації.

Література:

1. Рогоза, В. С., & Зарічний, Я. С. (2024). Питання використання рекомендаційних систем у складі брокера об'єктних запитань в архітектурі сервіс-орієнтованої системи. *Інфокомунікаційні та комп'ютерні технології*, *2*(06), 78-83. https://doi.org/10.36994/2788-5518-2023-02-06-09.

СТРЕСОСТІЙКІСТЬ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ В ПРОЦЕСІ ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ БОЙОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

Зімніков О.О. Большаков О.О.

Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» м. Харків

Широкомасштабне вторгнення російських військ на територію України призвело до зростання стресу і тривоги у кожного громадянина нашої держави. Однак, у найбільш складних і екстремальних умовах сьогодні перебувають військовослужбовців Збройних Сил України. До основних причин стресу військових належать: перебування в небезпечному середовищі та в стані невизначеності; постійне очікування небезпеки; високий рівень хвилювання за майбутнє своїх рідних; постійна загроза життю і здоров'ю; необхідність виконувати завдання на межі своїх фізичних можливостей; недостатня кількість води та їжі це – далеко не повний перелік причин виникнення стресу у військовослужбовців.

Сучасна бойова діяльність військовослужбовців ставить високі вимоги до такої інтегральної якості особистості, як стресостійкість. Низка наукових досліджень свідчить про напруженість, стресогенність діяльності військових. Основним психогенним впливом умов бойової діяльності є блокування багатьох звичних та природних потреб особистості через специфіку самої діяльності.

Як указують фахівці, стресостійкість – це загальна якість особистості, яка характеризується здатністю протистояти стресовим чинникам за період часу, який необхідний для організації нових умов, в яких даний стресор не буде загрозливим. Стресостійкість визначається як свідоме чи несвідоме реагування на стрес, під час якого відбувається оцінювання загрози навколишньої ситуації, визначення різних елементів ситуації та власної спроможності подолання стресу.

Стверджують, що високий рівень стресостійкості сприяє збереженню психічного та фізичного здоров'я військовослужбовців, забезпечує їх психологічне благополуччя і працездатність, соціальну адаптацію, успішну самореалізацію, здатність виконувати професійні завдання в екстремальних ситуаціях. Низький рівень стресостійкості зумовлює різноманітні прояви посттравматичних стресових розладів, фізичне, емоційне і психічне виснаження людини, психосоматичні захворювання.

Література:

1. Babak, S., Petrachkov, O., & Biloshitskiy, V. (2023). Complex psychophysiological approach to the diagnostic of anxiety and depressive states for military personnel. Physiological Journal, 69(2). 19–28. https://doi.org/10.15407/fz69.02.019

2. Зімніков О. О. Характеристика сучасної професійно-бойової діяльності військовослужбовців збройних сил України та стрес-чинників, які впливають на погіршення рівня їх фізичного та психічного здоров'я // Збірник тез доповідей ІІІ науково-практичної конференції «Сучасні проблеми фізичної підготовки в силових структурах України» Харків: Вид-во НАНГУ, 2025. С. 42–43.

НОВИЙ ПІДХІД ДО РАДІОЛОКАЦІЙНОГО СПОСТЕРЕЖЕННЯ МАЛОРУХОМИХ НИЗЬКОЛЕТЯЧИХ ПОВІТРЯНИХ ЦІЛЕЙ В МЕЖАХ ЦИВІЛЬНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

Зубков А.М., Онищенко В.А., Янов С.Г.
Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, м. Львів

Проблеми радіоелектронного виявлення і визначення координат малорозмірних повітряних об'єктів, що здійснюють політ на гранично малих висотах, в інтересах ППО була і є актуальною. Для традиційного однопозиційного методу радіолокаційного спостереження вона сильно ускладнюється при траєкторії польоту цілі в районах міської або промислової інфраструктури за рахунок:

сильного впливу відображень від елементів забудови;

падіння дальності оптичної видимості внаслідок екранування міськими спорудами.

Одним із напрямків зниження радіолокаційної помітності безпілотних літальних апаратів в рамках технології «Стелс» є використання такої конструкції, яка забезпечує перерозподіл інтенсивності ехо-сигналів з переднього і бокового ракурсів у верхню та нижню на півсфери. З цієї причини становить інтерес метод бістатичної радіолокації з виявленням цілі «на просвіт». Розвитком такого підходу є РЛС на базі мережевого зв'язку стандарту GSM з каналом виявлення «на просвіт».

Оцінку потенційних можливостей запропонованого підходу можливо отримати шляхом трансформації основного рівня просвітної радіолокації для потужності ехо-сигналу.

Нескладно показати, що при однаковій чутливості приймального тракту РЛС і відсутності перешкод для порушення оптичної видимості опорного каналу (наприклад, об'єктами міської інфраструктури) виграш у дальності виявлення повітряної цілі, збільшується при зниженні висоти її польоту, що не може бути досягнуто в режимі однопозиційної активної радіолокації. При цьому цей виграш в умовах наявності прямої оптичної видимості цілі та достатньої потужності передавальної системи БССЗ зворотно пропорційні висоті польоту цілі.

Підвищення інформаційності моніторингу мало висотної зони може бути досягнуто паралельним з радіолокаційним «просвітним» каналом спостереженням в оптико-електронному каналі.

Таким чином, отримала подальший розвиток методика виявлення малорозмірних безпілотних літальних апаратів, які здійснюють політ на гранично малих висотах, на основі використання в якості джерела «підсвітлювального» сигналу базової станції стільникового зв'язку.

Визначені потенційні можливості запропонованого підходу і граничні рубежі радіолокаційного спостереження з урахуванням рельєфу міської інфраструктури.

ПІДВИЩЕННЯ ДИНАМІКИ НЕКОНТАКТНОГО ПОШУКУ МІН

Зубков А.М., Красник Я.В., Мартиненко С.А., Каменцев С.Ю.
Національна академія сухопутних військ
імені гетьмана Петра Сагайдачного, м. Львів

Первинним і найважливішим етапом гуманітарного розмінування являється визначення місця розташування боєприпасу, в тому числі в умовах маскувальної дії місцевості та ґрунту. При цьому, вирішальне значення мають динаміка та безпека пошуку,а також забезпечення інваріантності досягнених технічних показників (вірогідності правильного виявлення та вірогідності хибної тривоги) до фізичних характеристик формоутворюючої поверхні боєприпасу та маскувальної ділянки місцевості.

Розроблені методологія та інструментальні основи неконтактного виявлення і визначення місцерозташування замаскованого на місцевості боєприпасу, які ґрунтуються на принципах одночасного взаємоспрямованого і взаємосинхронного прийому ехо-сигналів в радіолокаційному каналі та випромінюваних формоутворюючою поверхнею боєприпасу радіотеплових сигналів в радіометричному каналі. При цьому використовується фізичний принцип, який дозволяє розглядати ехо-сигнали та радіотеплові сигнали як "позитив" і "негатив", відповідно. Безперервність моніторингу досягається за рахунок:

прийому ехо-сигналів від боєприпасів з металевою формоутворюючою поверхнею;

прийому радіотеплових сигналів від боєприпасів з діелектричною формоутворюючою поверхнею;

одночасного прийому ехо-сигналів і радіотеплових сигналів від боєприпасів, які містять металеві та діелектричні компоненти в конструкції формоутворюючої поверхні.

Енергетична адаптація характеристик пошуку боєприпасів до глибини їх "залягання" в ґрунті та їх фізичних розмірів досягається шляхом зміни швидкості сканування замінованої ділянки земної поверхні за результатами тестування поточного співвідношення "корисний сигнал/шум" в радіолокаційному та радіометричному каналах спостереження.

З міркувань забезпечення точності та максимальної глибини визначення місцезнаходження боєприпасів доцільно антенно-фідерний тракт та передавально-приймальний пристрій міношукача проектувати у міліметровому діапазоні радіохвиль, а антену розташовувати в безпосередній близькості від поверхні землі.

Розроблені методологія та інструментальні основи неконтактного виявлення місцерозташування замаскованого на місцевості боєприпасу забезпечують схемоконструкторську інтеграцію активного (радіолокаційного) та пасивного (радіометричного) каналів спостереження, за рахунок якої досягається мінімізація масогабаритних характеристик міношукача, і, як наслідок, можливість експлуатації його одним оператором у переносному варіанті.

СИСТЕМА ЗОНДУВАННЯ АЕРОДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЛЯ БАЛІСТИЧНИХ ПОПРАВОК

Ільків І.М., Літневський Ю.С., Середюк Б.О.
Національна академія сухопутних військ
ім. гетьмана Петра Сагайдачного, м. Львів

При внесенні балістичних поправок (метеорологічної складової) для стрільб, пусків ракет тощо, зазвичай використовують дані метеорологічних радіозондів. Аналіз літератури свідчить про можливість суттєвого покращення систем зондування атмосфери шляхом застосування нових підходів та методик вимірювань у поєднанні з розробкою програмних комплексів, адаптованих до обчислювальних пакетів на основі математичного моделювання руху літальних об'єктів.

Одним із таких підходів є точніше визначення місцеположення радіозонду під час польоту. Це досягається використанням цифрових сенсорів кутових координат антени (азимута й кута місця) та оцифрованих сигналів похилої дальності. Похилу дальність вимірюють методом часових інтервалів за фронтом імпульсу відповіді. Радіолокаційна станція періодично передає запитний імпульс, а передавач радіозонду працює в регенеративному режимі, транслюючи телеметричні дані в паузах між імпульсами запиту та відповіді.

Автосупровід здійснюється фазованою антенною решіткою в межах механічного автосупроводу сервомоторів, що підвищує швидкість пеленгації, надійність та зменшує енергоспоживання рухомих вузлів. Метод призначений для точного розрахунку поля вітру при зондуванні з літака. Просторові сферичні координати траєкторії польоту перетворюються на декартову систему координат метеозонда.

Запропоновані алгоритми забезпечують автоматичне фільтрування перешкод, розділення каналів телеметричного сигналу, контроль та часткове відновлення втрачених даних. Розроблено математичну модель для визначення горизонтальної та вертикальної складових швидкості вітру, адаптовану до MathCAD. Модель розбиває пари векторів «час-координата» на субматриці, проводить лінійну інтерполяцію та знаходить середнє значення похідної на часовому відрізку. Апробація алгоритму в дистанційних експериментах усунула недоліки та виявила можливі випадки некоректної роботи.

Запропоновано апаратно-програмний синтез, що включає апаратну (основне та допоміжне обладнання для живучості, передачі даних та стабільного живлення) та програмну частини (драйвери блоків і програмні пакети в ПЗУ блоків та ПК для обробки даних і виведення результатів зондування для балістичних поправок). Координати та висота комплексу над рівнем моря встановлюються адресно та зберігаються в ПЗУ апаратної частини.

УДОСКОНАЛЕННЯ ЗАСОБІВ ВОГНЕВОГО УРАЖЕННЯ В ЕПОХУ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Ільків І.М., Літневський Ю.С., Шабатура Ю.В., Середюк Б.О.
Національна академія сухопутних військ ім. гетьмана Петра Сагайдачного, м. Львів

Інтенсивний розвиток технологій штучного інтелекту (ШІ) зумовлює суттєві трансформації у сфері військової справи, зокрема щодо удосконалення засобів вогневого ураження. Застосування ШІ у військових технологіях відкриває нові можливості для підвищення ефективності бойових дій, а також формує якісно нові підходи до планування й реалізації операцій вогневого ураження, знижуючи рівень людських втрат і підвищуючи результативність рішень у динамічному середовищі сучасного бою.

У сучасних умовах бойові системи дедалі частіше інтегруються з алгоритмами машинного навчання, обробки великих обсягів даних і нейромережевих моделей, що забезпечує зростання автономності, гнучкості та оперативності в ураженні противника. Наприклад, розробка систем автоматичного виявлення, класифікації та розпізнавання цілей дозволяє суттєво скоротити час реагування, а також значно підвищити точність і вибірковість ураження із мінімізацією побічної шкоди. Особливо перспективними вважаються «інтелектуальні» боєприпаси, здатні змінювати траєкторію польоту в реальному часі, адаптуючись до зміни обстановки на полі бою, а також самостійно обирати найбільш пріоритетну ціль на основі заданих параметрів.

Крім того, використання комплексних інтегрованих платформ збору, обробки та аналізу інформації, що поєднують дані з безпілотних літальних апаратів, супутникових систем, наземних сенсорів і розвідувальних елементів, сприяє формуванню цілісної ситуаційної обізнаності. Це є критично важливим для ефективного застосування вогневих засобів, зокрема у багато-доменних операціях, де необхідна точна координація між різними підрозділами й рівнями управління.

Разом із тим розвиток автономних систем вогневого ураження супроводжується низкою серйозних етичних, правових та гуманітарних викликів. Виникає проблема відповідальності за бойові рішення, прийняті машиною, а також ризик неконтрольованого застосування летальної сили у випадках збою в програмному забезпеченні. У зв'язку з цим постає необхідність створення національної та міжнародної нормативно-правової бази, яка б чітко регламентувала межі та умови застосування таких систем відповідно до норм міжнародного гуманітарного права.

Таким чином, інтеграція штучного інтелекту у сферу засобів вогневого ураження не лише підвищує бойові можливості збройних сил і сприяє оптимізації бойових процесів, але й вимагає комплексного наукового осмислення, суспільного обговорення та належного правового регулювання. Збалансований підхід до впровадження ШІ у військову сферу є запорукою безпечного й відповідального використання новітніх технологій у контексті забезпечення обороноздатності держави та стабільності міжнародного безпекового середовища.

МЕТОДИ ОЦІНКИ НАСЛІДКІВ АВАРІЙ НА ОБ'ЄКТАХ ПІДВИЩЕНОЇ НЕБЕЗПЕКИ

Ільяшенко Т.О.

Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Причини аварій на об'єктах підвищеної небезпеки можуть бути як внутрішніми (технічними та організаційними), так і зовнішніми (природними та воєнними). У мирний час переважають технологічні чинники, натомість під час війни − бойові дії виступають основним джерелом техногенних катастроф.

Оцінка наслідків аварій на об'єктах підвищеної небезпеки є важливою складовою управління ризиками та запобігання катастрофічним ситуаціям. Існують різні методи, що використовуються для аналізу ймовірних наслідків аварій.

Методи якісної оцінки орієнтовані на ідентифікацію потенційних небезпек без детального розрахунку кількісних показників. Такий аналіз як "Що буде, якщо?" дозволяє оцінити можливі сценарії розвитку аварій на основі гіпотетичних припущень.

Метод контрольних списків (Checklist Analysis) використовується для перевірки відповідності об'єкта підвищеної небезпеки вимогам безпеки згідно попередньо розроблених контрольних вимог безпеки. Функціонально-орієнтований аналіз (FMEA – Failure Modes and Effects Analysis) оцінює можливі відмови обладнання та їхні наслідки.

Методи кількісної оцінки передбачають математичні розрахунки ймовірності аварій та оцінку їх наслідків.

Метод імовірнісного аналізу ризиків (QRA – Quantitative Risk Assessment) визначає ймовірність аварії та прогнозує її наслідки на основі статистичних даних. Математичні рівняння використовуються для оцінки радіусу впливу вибухів, пожеж, хімічних викидів.

Методи експертного оцінювання для аналізу можливих сценаріїв аварій. Це опитування групи експертів щодо потенційних наслідків аварій (метод Делфі). Аналіз дерева подій (ETA – Event Tree Analysis) – оцінка сценаріїв розвитку аварії та ймовірності різних наслідків. Аналіз дерева відмов (FTA – Fault Tree Analysis) – виявлення можливих першопричин аварії.

Методи екологічної та соціальної оцінки – це аналіз наслідків аварії для екосистеми та оцінка втрат для економіки, наслідків для здоров'я людей, збитків для інфраструктури.

Для комплексної оцінки наслідків аварій на об'єктах підвищеної небезпеки найкраще використовувати поєднання кількісних, якісних і експертних методів. Це дозволяє точно оцінити ризики, розробити ефективні заходи запобігання аваріям і мінімізувати їх наслідки.

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ РАКЕТНИХ ПІДРОЗДІЛІВ ЗС УКРАЇНИ У ВІЙНІ ПРОТИ РФ

Ісенко В.В.

Науково-дослідний центр ракетних військ і артилерії, м. Суми

Війна України проти рф наглядно демонструє важливу роль застосування засобів сучасного високоточного ракетного озброєння у здобутті переваги над противником.

Аналіз ефективності бойового застосування ракетних підрозділів ЗС України вказує на активну протидію та потужний вплив противника на наші війська за допомогою сил та засобів вогневого ураження (авіація, ракетні війська і артилерія, БпЛА різного типу), а також засобів РЕБ і ППО. Через інтенсивне використання противником усіх цих наявних у нього засобів ураження та протидії, виникає складність виконання ракетними підрозділами поставлених бойових завдань та знижується їх ефективність застосування.

Ракетні удари для ураження одиночних і групових цілей противника, як правило здійснюються на максимально-ефективних дальностях пуску, шляхом нанесення одиночних ракетних ударів. При цьому середня витрата ракет на ціль може складати:

для ураження одиночних цілей – 1…2 ракети;

для ураження групових цілей – від 3 ракет і більше.

У якості об'єктів противника (цілей), що приймаються для ураження ракетними підрозділами під час ведення бойових дій обираються:

пункти управління військами (силами, комплексами);

ракетні та артилерійські підрозділи на стартових і вогневих позиціях, у районах розташування;

засоби радіоелектронної боротьби (РЕБ) та протиповітряної оборони (ППО) на позиціях, у районах розташування;

склади з боєприпасами, БпЛА та паливо-мастильними матеріалами (ПММ);

відкрито розташовані та укриті місця зосередження особового складу, озброєння та військової техніки (ОВТ);

об'єкти критичної військової інфраструктури, мости, переправи тощо.

Наявні результати ураження цілей ракетними підрозділами свідчать про наступну ефективність їх застосування, а саме:

знищенням цілей – близько 50 %;

подавлення (часткове ураження) цілей – близько 25 %;

негативні результати ураження (не ураження цілей) – близько 25%.

Основними причинами отримання негативних результатів під час нанесення ракетних ударів можна вважати: активне застосування противником засобів ППО і РЕБ, вплив роботи засобів РЕБ Сил оборони України на навігаційну апаратуру СПУ і ракети в районах стартових позицій, похибка у визначенні координат цілей, невраховування горизонтальних та вертикальних кутів зустрічі ракети з ціллю та призначення недостатньої кількості ракет для їх ураження.

РОЗРОБКА ВАРІАНТІВ ДІЙ ПІДРОЗДІЛІВ ВІЙСЬК РХБ ЗАХИСТУ ЗА ПРОЦЕДУРАМИ НАТО ПІД ЧАС ПОРЯДКУ УПРАВЛІННЯ ПІДПОЗДІЛАМИ

Ісупов Б.С., Світличний Г.О.

Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасних умовах ведення бойових дій та враховуючи що противник має на озброєнні зброю масового ураження, зростає значущість захисту підрозділів від ХБРЯ загроз. У зв'язку з цим особливим значенням забезпечується ефективне управління підрозділами, забезпечення координації дій та швидкого реагування підрозділів РХБ захисту на різні загрози є ключовими завданнями для підвищення рівня безпеки.

Використання військового процесу вироблення рішень (Military Decision Making Process (MDMP)) для штабів батальйонів (бригад) ХБРЯ захисту з доктринальним посиланням, для допомоги їм в успішному навчанні та виконанні будь-якого поставленого завдання дозволяє більш детально планувати операції (місії) з урахуванням різкої зміни обстановки та характеру дій противника, що в свою чергу збільшує ефективність застосування підрозділів РХБ захисту. Для ефективної інтеграції військового процесу вироблення рішень MDMP можна визначити такі ключові напрямки:

модернізація нормативно-правової бази з урахуванням стандартів НАТО, а саме внесення змін до бойових статутів та керівних документів ЗСУ, які регламентують діяльність підрозділів РХБ захисту, з метою приведення їх у відповідність до стандартів НАТО. Особливу увагу слід приділити процедурі планування операцій, організації взаємодії та звітності;

запровадження єдиних процедур планування та звітності. Розробка та впровадження єдиного алгоритму дій підрозділів РХБ (ХБРЯ) захисту у відповідності до стандартів НАТО який може бути використаний як методичний інстумент під час бойового планування операції (місії);

підвищення кваліфікації особового складу. Включити відпрацювання варіантів дій за стандартами НАТО у плани підготовки підрозділів РХБ (ХБРЯ) захисту, зокрема у складі міжродових та багатонаціональних підрозділів, для забезпечення міжопераційної сумісності. Доцільно організувати спеціалізовані курси (у т.ч. за участі іноземних інструкторів) для командирів та штабів щодо застосування стандартів НАТО у сфері РХБ (ХБРЯ) захисту з певною періодичністю а не одноразово.

Проведене дослідження підтвердило актуальність гармонізації підходів до управління підрозділами РХБ (ХБРЯ) захисту із процедурами НАТО. В умовах інтеграції України до Євроатлантичного Альянсу така інтеграція є критично важливою для забезпечення оперативної сумісності з країнами-членами НАТО та підвищення обороноздатності країни.

МОДЕЛЬ БАГАТОРІВНЕВОЇ СИСТЕМИ АНТИКОРУПЦІЙНОГО НАВЧАННЯ ПЕРСОНАЛУ СИЛ ОБОРОНИ

Каракуркчі Г.В., Бевз В.В.
Національний університет оборони України, м. Київ

Трансформація військової освіти в Україні є одним із ключових напрямів реформування сектору безпеки та оборони у відповідь на поточні виклики, пов'язані із відбиттям збройної агресії рф, та досягненням взаємосумісності з НАТО та ЄС. Основною метою трансформації є розбудова ефективної та сучасної системи підготовки військового та цивільного персоналу сил оборони, яка відповідає міжнародним стандартам, забезпечує інтеграцію України в європейську та євроатлантичну безпекову спільноту та підвищує боєздатність Збройних Сил України та інших складових сил оборони.

Повною мірою окреслене стосується і питань з розбудови доброчесності в оборонних та безпекових інституціях держави. Так, Річною національною програмою співробітництва Україна – НАТО в межах Цілі 2 "Розбудова доброчесності, підвищення прозорості та підзвітності у секторі безпеки і оборони України" передбачено виконання низки заходів із запобігання та протидії корупції та впровадження міжнародних стандартів і рекомендацій щодо розбудови доброчесності у секторі безпеки та оборони (СБіО). Також розроблені чіткі індикатори оцінювання досягнення Початкової вимоги НАТО із взаємосумісності для України (ІО 0204 "Розбудова доброчесності" ("Integrity Development")). Ключовим аспектом є те, що оцінювання здійснюється для всього СБіО, що вимагає координації діяльності спільних структур всіх його складових на єдиних засадах згідно з вимогами НАТО.

За результатами проведеного аналізу поточного стану функціонування системи антикорупційного навчання у закладах військової освіти системи Міністерства оборони України (МОУ) згідно з вимогами Антикорупційної програми МОУ встановлено, що проблемними питаннями залишаються змістовне наповнення програм навчання, актуальність навчального контенту та рівень підготовки викладацького складу, що забезпечує проведення навчальних занять за даним напрямом.

Для вирішення ідентифікованих проблемних питань розроблено та запропоновано до впровадження удосконалену модель багаторівневої системи антикорупційного навчання персоналу сил оборони, що передбачає здійснення підготовки на чотирьох рівнях (початковому, базовому, професійному, спеціалізованому) та доповнюється підсистемами індивідуальної та факультативної підготовки з широким використанням онлайн-курсів та інших інтерактивних навчальних продуктів з антикорупційної тематики.

Окремим актуальним завданням в інтересах розбудови багаторівневої системи антикорупційного навчання є впровадження єдиної для СБіО уніфікованої навчальної дисципліни з виховання доброчесності та адаптованої термінології НАТО з урахуванням норм національного законодавства.

ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСІВ ВИВІРКИ ТАНКОВИХ ГАРМАТ ЗА ДОСВІДОМ ТЕХНОЛОГІЧНО РОЗВИНУТИХ КРАЇН

Касімов А.М., Миськів В.І., Ірочко В.С.
Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Збройні Сили України знаходяться під постійним тиском ворожих сил, відсутність паритету у кількості озброєння та боєприпасів для них створює значні труднощі. Відсутність потрібної кількості боєприпасів до танкових гармат вимагає від українських танкістів ведення тільки влучного вогню, щоб досягати найбільшої ефективності ураження противника.

Постійні динамічні навантаження на комплекс озброєння під час переміщень чи в безпосередньому бойовому застосуванні збільшують похибки наведення озброєння бойових машин через зростання люфтів на рухомих механізмах озброєння, механізмах і приводах наведення озброєння та місцях кріплення
і поєднання зі зброєю прицільних комплексів. Наслідком цього є постійна необхідність проведення вивірки прицілів і озброєння екіпажем у небезпечних для життя умовах. Також наявні тактичні умови не завжди дозволяють якісно і своєчасно поновлювати вивірку комплексу озброєння танка.

Приціли-далекоміри вітчизняних танків останнього покоління Т-64БМ БУЛАТ та БМ ОПЛОТ мають пристрій вбудованого контролю вивірки, який дозволяє проводити контроль і вивірку лінії візування прицілу з віссю ствола гармати навідником на своєму робочому місці, без допомоги інших членів екіпажу і залучення додаткових пристосувань із групового комплекту ЗІП. Але такий спосіб має певні допущення, які впливають на точність стрільби з озброєння танка.

Подібна задача модернізації систем вивірки озброєння танків за досвідом армій провідних країн може бути виконана завдяки наступним заходам:

- впровадження комп'ютерних систем автоматизації вивірки озброєння, які здійснюють автоматичний контроль та діагностику озброєння;
- застосування на бойових машинах інтегрованих систем управління та моніторингу, які включають автоматизовані процедури вивірки озброєння;
- розробка і впровадження систем, що поєднують штучний інтелект, сенсори та аналітичні засоби для автоматизації випробувань озброєння з метою покращення ефективності та точності процесу вивірки.

Отже, сучасні апаратні комплекси на мікропроцесорній базі, керування якої здійснює спеціальне програмне забезпечення, здатні не лише відстежувати будь-які відхилення, а й керувати електромеханічними приводами об'єктів вивірки. Це дозволить забезпечити надзвичайно точне ведення вогню, знижуючи помилки та відхилення під час стрільби.

АНАЛІЗ ДОСВІДУ ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ АЕРОЗОЛЬНОГО МАСКУВАННЯ ПІД ЧАС ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ

Касьян С.В.

Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Підвищення бойових можливостей Збройних Сил для передових держав світу є однім із найважливіших завдань. Вирішення такого завдання передбачається за рахунок інтенсивного розвитку технічних засобів розвідки, управління зброєю та самонаведення боєприпасів на ціль, їх комплектування на підставі широкого використання радіоелектронної та обчислювальної техніки. Такі заходи дозволять їм мати на озброєнні системи зброї з високою точністю ураження об'єктів.

Виходячи з того, що у противника можуть бути саме сучасні технічні засоби розвідки і керування зброєю, які працюють у видимому й інфрачервоному діапазонах, основними принципами застосування димів можуть бути:

– масштабність і постійна готовність застосування димів для рішення задач приховування військ;

– застосування димів тільки у випадку, якщо іншими засобами завдання приховування військ неможливо;

– централізація поставлення димових завіс за єдиним задумом;

– децентралізоване поставлення завіс для захисту окремих об'єктів і прихованості маневру підрозділів;

– застосування димів (аерозолів) у комплексі з інженерними засобами маскування та імітації й засобами РЕБ за єдиним задумом військового та оперативного маскування.

У наступі метою застосування димів є:

– зниження ефективності масованих зосереджених ударів противника;

– зменшення втрат військ і створення умов, які сприяють розгортанню військ і переходу їх в наступ.

У зв'язку з появою на озброєнні нових технічних засобів розвідки та керованої зброї, зі збільшенням масштабів ведення спостереження за діями військ, завдання застосування димів у бою та операції в сучасних умовах набувають нового змісту.

Як і раніше, найбільш важливим завданням застосування димів у бою та операції є приховування окремих об'єктів, елементів бойових порядків та групування військ, дій підрозділів від повітряної, морської та наземної розвідок противника. Окрім того, потрібно вирішувати завдання маскування військ від космічної розвідки, що викликає необхідність застосування димів практично незалежно від віддалення об'єктів від лінії зіткнення з противником.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ КОМПЛЕКСУ ОЗБРОЄННЯ БМП М2 «BRADLEY»

Коблик Д.С., Левченко Д.О., Мітров В.С, Мартиненко О.В., Касімов А.М.
Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Бойовий досвід свідчить про високу ефективність «Bradley» у класичних конфліктах: під час операції «Буря в пустелі» машини знищили значну кількість бронетехніки противника. У міських умовах Іраку та Афганістану машина ефективно підтримувала піхоту завдяки високій точності вогню та хорошому рівню захисту. У сучасному збройному конфлікті в Україні Bradley використовується проти сучасних загроз, таких як FPV-дрони, ПТРК та динамічна зміна бойової обстановки. Тут виявилися як переваги системи озброєння (гнучкість, вогнева потужність), так і певні недоліки — недостатня бронепробивність на деяких дистанціях, потреба у більш адаптивних засобах боротьби з дронами [1].

Порівняльний аналіз із іншими представниками класу (БМП-2, CV90) показав, що М2 *Bradley* має значну перевагу у цифрових системах управління вогнем, захисті екіпажу та ефективності бойової роботи у складі мережоцентричних угруповань. Однак у порівнянні з CV90 (30/35-мм гармата) гарматі М242 бракує потужності у деяких випадках при знищенні сучасних броньованих цілей. Тим не менш, можливість швидкого перемикання боєприпасів та точність прицілювання частково компенсують цей недолік [2].

На підставі дослідження обґрунтовано перспективні напрями модернізації комплексу озброєння: інтеграція боєприпасів із програмованим підривом; заміна або доповнення ПТРК TOW на сучасні керовані ракети з більшим радіусом дії; встановлення активних систем захисту від протитанкових засобів; удосконалення систем розпізнавання та автоматизації цілевказання; посилення протидронових можливостей (інтеграція виявлення та мікрокаліберних швидкострільних систем) [3].

Таким чином, комплекс озброєння БМП М2 *Bradley* залишається ефективним засобом ведення бою у широкому спектрі конфліктів. Висока гнучкість озброєння, адаптивність до різних типів боєприпасів та досвід застосування на полі бою дають підстави вважати її перспективною платформою для подальшого вдосконалення. Результати дослідження мають практичну цінність для бойової підготовки екіпажів, формування тактичних доктрин та планування модернізаційних програм бронетехніки у межах ЗСУ та партнерських структур.

Література:

1.. Bradley Fighting Vehicle: Technical Data and Combat History. Janes Armor and Artillery, 2010

2..NATO Research and Technology Organization. Assessment of Modern Infantry Fighting Vehicles: Bradley in the Modern Battlefield. 2012.

3. Richards, A. N., Montgomery, P. S. (2018). Systems Integration and Combat Effectiveness of the Bradley Fighting Vehicle. Journal of Military Operations, 75-89.

ПРИНЦИП ДІЇ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ (МІКРОХВИЛЬОВОЇ) ЗБРОЇ НА ЕЛЕКТРОНІКУ БПЛА.

Ковтунов Ю.О., Биков О.М.

Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У сучасних умовах ведення війни безпілотні літальні апарати (БПЛА) відіграють ключову роль у розвідці, коригуванні вогню та нанесенні ударів. Одночасно з розвитком дронів, активно вдосконалюються засоби боротьби з ними. Одним із найперспективніших напрямів є електромагнітна або мікрохвильова зброя, яка дозволяє виводити з ладу електроніку БПЛА без фізичного ураження.

У доповіді розглядається електромагнітна (ЕМ) зброя, як високотехнологічне озброєння, що діє шляхом генерації потужного ЕМ-випромінювання або імпульсу. Це зброя класифікується на імпульсну ЕМ-зброю (електромагнітний імпульс — EMI), мікрохвильову зброю (HPM — High Power Microwave) та спрямовані енергетичні системи (Directed Energy Weapons).

На відміну від класичних засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ), мікрохвильова зброя не лише приглушує сигнали, а пошкоджує електронну апаратурну частину літального апарату, тому проаналізовані електронні системи бортового комплексу мікроконтролери (MCU, CPU); GPS-приймачі та модулі навігації; системи зв'язку (включно з телеметрією); датчики орієнтації (IMU, компас, барометр); системи живлення та регулятори напруги.

Принцип дії мікрохвильової зброї на електроніку БПЛА працює за принципом створення потужного електромагнітного поля, спрямованого на ціль. У разі потрапляння під дію імпульсу, електронні компоненти БПЛА (контролери, процесори, GPS-модулі, системи керування) отримують: перевантаження струму, перегрівання, пробій ізоляції, випадкове перезавантаження або повний вихід з ладу.

Надано, що навіть короткочасна дія імпульсу тривалістю кілька наносекунд приводить до фізичного руйнування чипів або втрати контролю над БПЛА чи дронів. Визначається вид електромагнітного сигналу, його параметри та мінімальну потужність електромагнітного імпульсу (мікрохвильового сигналу), здатного викликати пробій або пошкодження мікроелектроніки на БПЛА на певній відстані. Надані математичні залежності та графіки потужність-відстань та створені діаграми розсіювання імпульсної мікрохвильової зброї для ураження електроніки БПЛА, визначається мінімальна сумарна імпульсна потужність, необхідна для ураження електроніки БПЛА з використанням N координованих передавачів ФАР, які випромінюють узгоджено (синфазне) сигнали.

Тому, електромагнітна (мікрохвильова) зброя є потужним інструментом у боротьбі з БПЛА, особливо в умовах сучасної гібридної війни. Її застосування дозволяє ефективно нейтралізувати загрозу без фізичного знищення, зберігаючи ресурси та забезпечуючи безпеку особового складу.

СИТУАЦІЙНИЙ ЦЕНТР, ЯК НАЙСУЧАСНА ФОРМА РЕАЛІЗАЦІЇ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

Ковтунов Ю.О., Буряк Є.П., Скучинський І.П.
Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Побудова професійної армії та створення ефективної системи управління військами – це два взаємопов'язані завдання, які повинні з одного боку базуватися на загальних принципах, що забезпечують досягнення поставлених цілей за найменших витрат, у тому числі й у ході реальних бойових дій, а з іншого боку ці завдання вимагають використання нової концепції ведення бойових дій, що передбачає збільшення мобільності і інтелектуалізації рухомих об’єктів та утворення інформаційно-комунікаційного ситуаційного центру.

Оперативна обстановка на полі бою визначається станом об'єктів, що визначають її істота, та характером їхньої взаємодії. Оцінка обстановки - найважливіша складова забезпечення раціональності (оптимальності) прийнятих рішень. Правильне (адекватне) подання та оцінка обстановки є важливою та необхідною процедурою в управлінні об'єктом, тобто у реалізації спланованих заходів досягнення поставлених цілей та завдань. Основне завдання опису обстановки є аналіз потенційних небезпек та розкриття загроз плану розвитку обстановки.

У доповіді розглядається поняття ситуаційного центру, як найсучаснішій форми реалізації системи підтримки прийняття рішень, яка базується на технологіях моделювання, аналізу ситуацій, гранично концентрованому (візуальному) поданні інформації та забезпечує інтегральне управління полем бою на найвищому рівні. Також надається обґрунтування реалізації ефективного ситуаційного центру, який дозволить підвищити ефективність бойового управління об’єктами, дозволяє оцінити реальний стан об'єктів управління, передбачати розвиток внутрішніх та зовнішніх тенденцій поля бою та обґрунтовуються принципи побудови ситуаційного центру, проблеми комп’ютеризації інфраструктури ситуаційного центру. Запропоновано підхід до організації моніторингу шляхів та стану об’єктів, наведено, що рішення цього питання лежить в автоматизації таких процесів управління як: збір, обробка, зберігання інформації про стан військ та об’єктів; моделювання операцій (бойових дій); проведення різноманітних розрахунків для своєчасної підготовки обґрунтованих рішень; планування бойових дій; дистанційне керування безпілотними об’єктів на полі бою, прогнозування можливих наслідків дій.

Таким чином, створення такої системи передбачає вирішення двох взаємозалежних науково-технічних завдань - розробку, створення, випробування та постановку на озброєння високоінтелектуальної техніки, та створення керуючої лінії інформаційного ситуаційного центру з використанням інформаційно-комутаційної мережі, GPS технологій і, як варіант, при достатній мірі перешкодозахищеності, використання хмарних технологій для планування, координування та керування об’єктами.

ОДИН З ПІДХОДІВ ЩОДО ПОРЯДКУ ЗАСТОСУВАННЯ ПРОТИТАНКОВИХ РАКЕТНИХ КОМПЛЕКСІВ

Козир Н.М.

Науково-дослідний центр ракетних військ і артилерії, м. Суми

Під час відбиття збройної агресії російської федерації переважаючими стають дії військових формувань на широкому фронті за відсутності чітко вираженої лінії бойового зіткнення військ і наявності слабо прикритих ділянок або відкритих флангів.

У такій обстановці істотно підвищуються можливості дрібних підрозділів діяти автономно, на окремих напрямках (районах) у відриві від головних сил, широко застосовуючи нестандартні, високоефективні способи ведення бою. Одним з таких способів є застосування протитанкових ракетних комплексів (ПТРК) у складі мобільної вогневої групи (МВГр).

Порядок дій підрозділів ПТРК у МВГр повинен відповідати порядку застосування цих підрозділів у складі протитанкового резерву (зайняття РЗ, швидке висування за викликом на РР для виконання завдання, знищення броньованої цілі (цілей) 2-3 пусками, залишення РР) з деякими особливостями.

При підході до визначеного РР командир МВГр наказує зайняти рубіж та ставить завдання командиру БпАК щодо розвідки місцеположення цілі (цілей) та порядку доповіді результатів стрільби.

Якщо ціль, призначена для ураження МВГр, спостерігається з ВП усіх установок ПТРК, після проведення першого пуску, обслуга, яка його виконала, негайно залишає ВП. У разі, якщо ціль виявилась неураженою, командир групи приймає рішення на ураження даної цілі іншою ПУ, яка після проведення пуску теж залишає свою ВП. При виявленні декількох цілей командир МВГр розподіляє цілі між обслугами ПУ та вказує порядок їх ураження. Для спостереженням за результатами стрільби залучають БпАК.

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО СТВОРЕННЯ СУЧАСНИХ ВЕБ-ДОДАТКІВ РІЗНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ НА ОСНОВІ ФРЕЙМВОРКУ NEXT.JS

Коломійцев О.В.[1], Власов А.В.[2], Бєлоус М.В.[3], Ячна І.Г.[2]

[1]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

[3]Навчально-науковий випробувальний полігон високотехнологічного озброєння та військової техніки, м. Черкаси

[2]Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків

На даний час веб-додатки займають важливе місце у житті людства як у цивільній, так і у військовій сферах. За їх допомогою надається можливість користувачам різнотипного обміну інформацією (спілкування тощо) за зручними та ефективними засобами. Тобто, за допомогою веб-додатків здійснюється не тільки швидкий доступ до інформації, яка необхідна, а й обмін різного роду інформацію (аудіо, відео тощо) з користувачами. Отже, швидкість завантаження контенту – є головним фактором.

Таким чином, розробка пропозиції щодо створення сучасних веб-додатків різного призначення на основі фреймворку NEXT.JS є актуальною науковою задачею.

В доповіді проведено аналіз відомих веб-додатків: Amazon Web Services та Content Delivery Network. Відмічено, що хмарні технології дають змогу використовувати та зв'язувати сервери, що розташовані до користувачів найближче, тим самим вирішити питання щодо скорочення часу на очікування відповіді на запит та прискорення завантаження сторінок для усіх відвідувачів, незалежно від їх місця розташування [1]. Акцентовано увагу на те, що сучасні веб-розробки вимагають ефективних інструментів, здатних справлятися з високими стандартами продуктивності та користувацького досвіду. Next.js – це потужний JavaScript-фреймворк, який є новаторським рішенням для створення сучасних веб-додатків на основі React, що створений компанією Vercel. Він допомагає розробникам створювати високопродуктивні, масштабовані та SEO-дружні веб-додатки. Next.js є ключовим інструментом у сучасній веб-розробці, забезпечуючи ідеальний баланс між різноманітністю функцій та оптимальною продуктивністю. Next.js актуальний і популярний фреймворк, який є надбудовою над бібліотекою ReactJS для JavaScript, що має великий набір інструментів для реалізації прогресивних додатків.

Література:

1. Коломійцев О.В., Комаров В.О., Катунін А.М., Ячна І.Г., Кобець Ю.В., Недашковський А.А., Василець Д.О., Богдан С.І., Кувшинова О.С., Любченко О.В. Особливості створення сучасних веб-додатків на основі фреймворку NEXT.JS. *X Scientific Collection «InterConf+», 53(232): with the Proceedings of the 10th International Scientific and Practical Conference «Current Issues and Prospects for The Development of Scientific Research»* (January 19-20, 2025; Orléans, France) / comp. by LLC SPC «InterConf». Orléans: Epi, 2025. pp. 375-391.

ОСОБЛИВОСТІ ПОЛЬОТІВ ГРУПИ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ У ПРИМІСЬКІЙ ТА МІСЬКІЙ ЗАБУДОВІ

Коломійцев О.В.[1], Дмітрієв О.М.[2], Погасій М.С.[2], Рєзніков Ю.В.[2]
[1]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків
[2]Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, м. Черкаси

На даний час застосування безпілотних літальних апаратів (БпЛА) набуває усе більшого поширення у приміських і міських умовах. Такі БпЛА виконують широкий спектр завдань від моніторингу інфраструктури обраного міста до доставки товарів у важкодоступні квартали міста тощо. При цьому, при їх інтеграції у повітряний простір міст, виникає ряд завдань, які пов'язані із забезпеченням як безпеки польотів групи БпЛА, так і нормативно-правового урегулювання їх застосування тощо.

Таким чином, розгляд особливостей польотів групи БпЛА у приміській та міській забудові є актуальною науковою задачею.

В доповіді проведено аналіз [1]:

- підходів щодо оцінки ризиків, що виникають при забезпеченні безпеки польотів групи БпЛА у міській забудові;
- програмних та технологічних рішень для підвищення безпеки польотів групи БпЛА у міській забудові;
- нормативно-правового регулювання та управління повітряним рухом групи БпЛА у міській забудові;
- суспільного сприйняття та етичних аспектів використання групи БпЛА для моніторингу у міській забудові;
- основних напрямків щодо наукових досліджень у галузі забезпечення безпеки польотів групи БпЛА у приміській і міській забудові тощо.

Розкрито особливості проєкту USEPE, який відіграє ключову роль в удосконаленні системи управління повітряним рухом для групи БпЛА у міській забудові. Запропоновано використовувати метод D2-C2, який дозволить реалізувати нові підходи щодо стратегічного та тактичного розділення, а також застосовувати алгоритми машинного навчання, що дозволить підвищити ефективність та гнучкість системи керування групою БпЛА у реальних умовах.

Література:

1. Коломійцев О.В., Рудаков І.С., Дмітрієв О.М., Комаров В.О., Катунін А.М., Руснак В.М., Пустоваров В.В., Дегтярьов А.В., Сапон В.І., Шеремет І.А., Галінський Д.О. Аналіз наукових досліджень у галузі безпеки польотів групи безпілотних літальних апаратів у міській забудові. *ГРААЛЬ НАУКИ*: *міжнар. наук. журнал*. – Вінниця: ГО «Європейська наукова платформа»; НУ «Інститут науково-технічної інтеграції та співпраці», 2025. – No 51. – С. 569-582. – DOI 10.36074/grail-of-science.18.04.2025.

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ НАВЧАННЯ ОПЕРАТОРА РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ СТАНЦІЇ

Коломійцев О.В.[1], Сидоров Н.І.[1], Лернатович А.М.[2], Чебакова О.Б.[2]

[1]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

[2]Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, м. Черкаси

Радіолокаційна станція (РЛС) П-19Ш знаходиться на озброєнні радіотехнічних підрозділів радіотехнічних військ (РТВ) протиповітряної оборони (ППО) та військ ППО Сухопутних військ Збройних Сил України.

Станція призначена для ведення радіолокаційної розвідки маловисотних повітряних цілей (ПЦ). У силу досить високої мобільності РЛС використовується у рухомих підрозділах для нарощування маловисотного поля, відновлення порушеного поля, створення смуг попередження про політ ПЦ на малих висотах.

В доповіді проведено аналіз радіолокаційної станції (РЛС) П-19Ш та її модифікації. Доведено основні недоліки та переваги РЛС, що розглянуті. Розроблено пропозиції щодо створення програмного забезпечення (ПЗ) для моделі тренувально-імітаційного макету автоматизованого робочого місця (АРМ) оператора РЛС П-19Ш у ланці „бойовий розрахунок", яке наддасть змогу отримати знання з РЛС П-19Ш.

Навчання РЛС П-19Ш за допомогою ПЗ, яке розроблене для персональної електронно-обчислювальній машині пов'язано з наступним:

по-перше, це економить час на вивчення РЛС та дає змогу не застосовувати машини №1 і №2, що дозволяє у межах Держави економити: електроенергію, матеріально-технічне забезпечення, паливо-мастильне забезпечення тощо;

по-друге, наглядно вивчати повний інформаційний об'єм з РЛС (принцип дії блоків, функціонального контролю тощо) для підготовки високопрофесійних фахівців.

Розроблено ПЗ дозволяє провести навчання за наступними напрямками:

- призначення та тактико-технічні характеристики (ТТХ) РЛС П-19Ш;
- основні ТТХ апаратної машини №1, виконаної на базі автомобіля ЗИЛ-131 та кузова ДО4.131, а також роботу розміщеної на неї апаратури РЛС;
- основні ТТХ машини №2, що виконана на базі шасі автомобіля ЗИЛ-131 з відкритою платформою, а також роботу розміщених на неї антенно-фідерного пристрою, двох бензоелектричних агрегатів живлення (АБ-16-Т/230/Ч-400М1), основного і резервного, блоку комутації мережі живлення БКС-74 тощо.

Таким чином, розроблено ПЗ дозволяє провести навчання РЛС П-19Ш як під час проведення занять, так і самостійно, що покращить рівень знань.

Подальший розвиток в удосконалені розробленого ПЗ можливий завдяки використання усього потенціалу комп'ютерного інформаційного середовища, що може надати набагато більшу дію на систему вищої освіти, чим більшість попередніх технологій.

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ПЕРЕВІРКИ ЗНАНЬ ОПЕРАТОРА РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ СТАНЦІЇ

Коломійцев О.В.[1], Табакін В.В.[1], Рєзнікова О.Г.[2], Чемерис В.О.[2]

[1]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

[2]Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, м. Черкаси

Ефективне застосування паперових тестів вимагає від того, хто навчає ознайомлення з типами тестових завдань, загальними підходами до їх створення та особливостями оцінювання. Як правило, тести містять завдання, які дозволяють перевірити рівень логічного, проблемного, критичного, комбінаторного, візуального мислення тих, хто навчається та здійснити контроль за рівнем їх навчальних досягнень.

Однак, з урахуванням розвитку інформаційних технологій, проведення комп'ютерного тестування за допомогою спеціально розробленого програмного забезпечення (ПЗ) має низку переваг. Такі тести дозволяють отримати об'єктивні оцінки рівня знань, умінь, навичок і уявлень, виявити прогалини під час підготовці. Безумовно, найбільш раціональними шляхами, що забезпечують економію часу є інтенсифікація навчального процесу, зміна загальної організації навчання та перехід від групових форм занять і контролю знань до індивідуальних, автоматизованих.

В доповіді розкрито роботу радіолокаційної станції (РЛС) П-19Ш. Доведено основні її тактико-технічні характеристики (ТТХ). Розроблено пропозиції щодо створення програмного забезпечення (ПЗ) для перевірки знань оператора РЛС П-19Ш. Розроблене ПЗ складається із трьох основних етапів з перевірки рівня знань:

1) включення РЛС П-19Ш (блоків тощо);

2) вихідний стан органів керування РЛС П-19Ш (відповідно до блоків);

3) вимикання РЛС П-19Ш.

Окремим етапом є перевірка знань ТТХ РЛС П-19Ш. При цьому, контролюється точність виконання алгоритмів. Не виконання хоч одного з етапів є не проходження тесту.

Отже, основний результат такого підходу полягає у тому, що використання тестових завдань значно посилило мотивацію навчання. Явно виражений процес зростання мотивації тих, хто навчається при виконанні ними тестових завдань на комп'ютері спонукав провести аналіз основних чинників, що сприяють цьому.

Таким чином, розроблено ПЗ дозволяє провести комп'ютерне тестування рівня знань РЛС П-19Ш як під час проведення занять, так і самостійно, що покращить рівень знань.

Подальший розвиток в удосконалені розробленого ПЗ можливий завдяки використання усього потенціалу комп'ютерного інформаційного середовища, що може надати набагато більшу дію на систему вищої освіти, чим більшість попередніх технологій.

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ОПЕРАТОРІВ ДО РОБОТИ НА РЕАЛЬНІЙ ТЕХНІЦІ

Коломійцев О.В.[1], Кривенький Н.М.[1], Бєлімов В.В.[2], Бердочник А.Д.[2]
[1]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків
[2]Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків

Зенітний ракетно-гарматний комплекс (ЗРГК) «Тунгуска» 2С6 (індекс ГРАУ – 2К22, за класифікацією НАТО – «SA-19 Grison») – зенітна самохідна установка (ЗСУ). «Тунгуска» призначена для протиповітряної оборони механізованих та танкових частин на марші та на усіх стадіях бою. Принциповою особливістю комплексу 2С6 є поєднання в одній бойовій машині гарматного та ракетного озброєння, радіолокаційних і оптичних засобів керування вогнем з використанням загальних систем: радіолокаційної станції (РЛС) виявлення, РЛС супроводження, цифрової обчислювальної системи та гідравлічних приводів наведення.

В доповіді розкрито основні тактико-технічні характеристики (ТТХ) ЗГРК «Тунгуска» та особливості її застосування. Розроблено пропозиції щодо створення програмного забезпечення (ПЗ) для підготовки операторів до роботи. До складу ПЗ входять два модулі: навчання та контролю знань.

Основним методом навчання за допомогою розробленого ПЗ є ілюстративно-пояснювальний. Суть якого можливо виразити наступним чином: показ способу дій керівником занять – відтворити у вправах контроль за засвоєнням дій та показ зразка, його пояснення і контроль за його відтворенням керівником занять реалізується за допомогою ПЗ. Ілюстративно-пояснювальний метод віддає перевагу монологічності пояснення, оскільки монолог дозволяє за обмежений відрізок часу передати більш інформації, а саме це є головним для керівника занять, який орієнтується на передачу знань у готовому вигляді.

Керівник занять не оцінює одну відповідь того, хто перевіряється його повноту, вірність тощо відповідно з розробленими критеріями та не виносить вердикт у вигляді бальної оцінки (що частіше стає причиною конфліктів та непорозумінь), а пропонує тим, хто перевіряється для роботи питання (завдання), які мають вже певну вагу у балах – тестуючи програми. Отже, контрольно-оцінювальна діяльність переносить у сферу суб'єкт-суб'єктивних (особистісних) відношень між керівником занять і тим, хто перевіряється.

Таким чином, розроблене ПЗ дозволяє здійснити як навчання контролю функціонування станцій виявлення та супроводження цілей, так і провести тестування – перевірку рівня знань за отриманим матеріалом. Стосовно першого модуля, його можливо вважати як електронний посібник, за допомогою якого можливо отримати знання як під керівництвом керівника заняття, так і самостійно. Стосовно другого модуля, то перевірку рівня знань можливо пройти лише під керівництвом викладача. Програмне забезпечення може бути доповнено додатковим матеріалом для вивчення останніх елементів 2С6.

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ ОПЕРАТОРІВ

Коломійцев О.В.[1], Власов М.С.[1], Калачова В.В.[2], Беспалько О.В.[2]
[1]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків
[2]Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків

Радіолокаційна розвідка повітряного противника є одним з найважливіших видів бойових дій з'єднань та частин військ протиповітряної оборони (ППО) Сухопутних військ Збройних Сил України. Вона здійснюється радіолокаційними засобами радіотехнічних, зенітних ракетних, зенітних артилерійських з'єднань та частин.

Виріб 9С80 є рухомим пунктом розвідки повітряних цілей і управління (РПРУ). Застосовується РПРУ для управління на місці та під час руху бойовими діями підрозділів ППО окремої механізованої (танкової) бригади, а також для видачі інформації оповіщення стрільцям-зенітникам, які озброєні переносними зенітними ракетними комплексами (ПЗРК).

З появою персональних електронних обчислювальних машин (ПЕОМ) з'явилось нове інформаційне поле – поле програмних продуктів (програмного забезпечення, ПЗ).

Використання ПЕОМ нового покоління, які володіють якісно новими можливостями, більш повно відповідаючими поняттю «ідеального ПК», призвело до переоцінки мети розробки програмних навчальних засобів. Крім того, повномасштабна реалізація ідеї програмного навчання вимагає великих інтелектуальних та матеріальних витрат, а ефективність використання таких автоматизованих навчальних систем у навчальному процесі зрозуміла.

Поза сумнівом, освітній потенціал комп'ютерного інформаційного середовища вимагає всебічного дослідження. Однак, сучасні інформаційні технології дозволяють створити ПЗ, як для навчання, так і тестування отриманих знань, що може надати набагато більше позитиву до системи вищої освіти, чим більшість попередніх технологій.

В доповіді розкрито основні тактико-технічні характеристики (ТТХ) РПРУ 9С80 та особливості її застосування. Розроблено пропозиції щодо створення програмного забезпечення (ПЗ) для контролю знань операторів 9С80. До складу ПЗ входять два модулі: навчання та контролю знань РПРУ.

ПЗ, яке є навчальною програмою складається з електронного посібника. До складу ПЗ контролю знань входять наступні тести:

- підготовки для включення та включення системи електроживлення та радіолокаційної апаратури;
- перевірки функціонування радіолокаційної апаратури;
- перевірки функціонування апаратури з'йому та передачі даних.

Таким чином, розроблене ПЗ дозволяє як надавати знання з РПРУ (навчати), так і проводити тестування для контролю отриманих знань.

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ЗАСТОСУВАННЯ МУЛЬТИКОПТЕРІВ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ОПТИКО-ВІЗУАЛЬНОГО КОНТРОЛЮ КОНСТРУКЦІЙ ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ

Комаров В.О.[1], Коломійцев О.В.[2], Філіппенков О.В.[3], Ячна І.Г.[3]

[1]Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації імені Героїв Крут, м. Київ

[2]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

[3]Навчально-науковий випробувальний полігон високотехнологічного озброєння та військової техніки, м. Черкаси

Забезпечення високої безпеки та надійності польотів літальних апаратів (ЛА) як цивільного , так і військового призначення, пов'язано з одного боку (внутрішніх факторів) із роботою у штатному режимі автоматизованих систем управління і регулювання, цифрових обчислювальних машин та різного роду елементів, вузлів, блоків, виробів тощо, а з іншого боку (зовнішніх факторів) – дотримання цілісності конструктивних елементів ЛА для льотної придатності. Проблема втомного ресурсу ЛА пов'язана з накопиченням втомних ушкоджень та руйнуванням авіаційних конструкцій ЛА від втомних тріщин. До завдань технічного обслуговування й ремонту ЛА входить як технічне обслуговування і відновлення не тільки відмовленого обладнання, так і виявлених деградаційних процесів (втоми та корозії) конструкції ЛА.

Таким чином, розробка пропозиції щодо застосування мультикоптерів для проведення оптико-візуального контролю конструкцій ЛА є актуальною науковою задачею.

В роботі проведено аналіз відомих методів огляду конструкцій ЛА та висвітлено їх переваги і недоліки. Розкрито особливості оптико-візуального методу діагностичного контролю ЛА. Розроблено пропозиції щодо дефектоскопії зовнішніх поверхонь планера ЛА за допомогою мультикоптерів (квадрокоптерів), що обладнані сучасними широко кутовими відеокамерами з високою роздільною здатністю, як засобами візуального контролю. Застосування мультикоптерів дозволить оперативно та з мінімальною трудомісткістю отримати повну достовірну інформацію про технічний стан конструкції ЛА, що контролюється [1].

Література:

1. Коломійцев О.В., Комаров В.О., Катунін А.М., Філіппенков О.В., Гайбадулов Б.В., Моргун Є.В., Фесюн О.В., Рагулін В.В., Джуманязов Ю.У., Фесенко К.В. Пропозиції щодо застосування безпілотних літальних апаратів для проведення оптико-візуального контролю високорозташованих конструкцій планера літального апарату. *ГРААЛЬ НАУКИ*: *міжнар. наук. журнал*. – Вінниця: ГО «Європейська наукова платформа»; НУ «Інститут науково-технічної інтеграції та співпраці», 2025. – No 48. – С. 330-338. – DOI 10.36074/grail-of-science.10.01.2025.

ЗАСТОСУВАННЯ ПІДРОЗДІЛІВ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК І АРТИЛЕРІЇ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ В МУЛЬТИДОМЕННИХ ОПЕРАЦІЯХ

Конвісар М.Г.

Науково-дослідний центр ракетних військ і артилерії, м. Суми

Розвиток парадигми мультидоменних операцій вимагає створення нової моделі Збройних Сил України, розвитку їх спроможностей з використанням теорії відкритих систем, конвергенції спроможностей у всіх доменах та просторах. В основі побудови сил оборони лежатимуть операційна адаптивність, взаємосумісність та міждоменна синергія їх складових, які забезпечать потрібні для виконання завдань захисту держави спроможності щодо формування операційного середовища та ефективного реагування на широкий спектр завдань і мінливі загрози та ситуації.

Особливостями нової моделі Збройних Сил України є: збереження видової та родової структури, автоматизація процесів управління та підтримки прийняття рішень на всіх рівнях, створення Командування Сил кібероборони, що дозволить ефективно проводити мультидоменні операції в операційному середовищі за рахунок інтегрованих мультидоменних спроможностей.

Здатність Збройних Сил України ефективно вести спільні дії у мультидоменних операціях майбутнього ґрунтується на розвитку ряду критичних спроможностей сухопутного домену:

управління міжвідомчими угруповуваннями військ (сил);

ураження критично важливих об'єктів противника в оперативній (стратегічній) глибині;

здійснення маневрених дій та забезпечення автономності дій військ (сил);

нарощування угруповань військ (сил) на загрозливих напрямках за рахунок оперативних (стратегічних) резервів.

Сухопутний домен є системоутворюючим у майбутній моделі Збройних Сил України. Сухопутна компонента забезпечуватиме вирішальну універсальну, стійку міць сил оборони, виконання широкого спектру завдань у взаємодії з іншими компонентами сил оборони, ведення вогню, як основними силами і засобами, такими як механізовані і танкові війська, ракетні війська і артилерія, армійська авіація, безпілотні системи так і силами підтримки.

Основу вогневої моці сил оборони становитиме об'єднаний в єдину систему міждоменного комплексного вогневого ураження противника спектр функціонально та збалансовано поєднаних сучасних, найбільш ефективних засобів ураження для завоювання і постійної підтримки вогневої переваги над противником, створених на основі сухопутного домену. Вона включає:

удари високоточних ракет з наземних комплексів, вогонь артилерії з метою знищення засобів розвідки, пунктів управління, запасів ракет і боєприпасів противника, нанесення ураження його найбільш важливим об'єктам (цілям) на всю глибину оперативної побудови противника та максимально досяжну глибину його території;

вогонь артилерії для знищення живої сили, озброєння, військової та іншої техніки на всю глибину тактичної побудови противника.

ПЛАНУВАННЯ ВОГНЕВОЇ ПІДТРИМКИ В БОЮ МЕХАНІЗОВАНОЇ БРИГАДИ

Коростельов В.А.
Науково-дослідний центр ракетних військ і артилерії, м. Суми

Планування вогневої підтримки (далі – ВгП) являє собою цілеспрямовану діяльність командира, штабу та відділення ОВгП механізованої бригади щодо:

визначення обсягу та пріоритетності завдань з вогневого впливу на противника в бою;

розподілу сил і засобів вогневої підтримки між елементами бойового порядку механізованої бригади;

визначення способів вогневої підтримки, порядку застосування артилерії в бою механізованої бригади;

організації взаємодії та управління;

виконання заходів забезпечення вогневої підтримки.

Метою планування вогневої підтримки є шляхом аналізу, розподілу, координації, інтеграції та синхронізації сил і засобів ВгП оптимізувати їх вогневий вплив по об'єктах угруповання противника відповідно до плану бою.

Отже, планування вогневої підтримки – це вид управлінської діяльності, пов'язаний із застосуванням засобів вогневої підтримки. Воно включає встановлення мети, завдань вогневої підтримки та порядку їх виконання артилерійськими підрозділами в бою механізовано бригади.

Планування ВгП – безперервний адаптивний процес, обумовлений тим, що під дією зовнішніх та внутрішніх чинників, уточняються завдання або визначаються нові, для чого проводять коригування плану.

До основних принципів планування ВгП відноситься: єдність, безперервність, гнучкість, точність та принцип участі.

Принцип єдності (холізму) передбачає, що планування в підрозділі ОВгП мусить мати системний характер. Це означає наявність зовнішнього та внутрішнього взаємозв'язку між структурними підрозділами органу військового управління та підрозділом ОВгП, який здійснюється на основі координації на горизонтальному та вертикальному рівні.

Принцип участі тісно пов'язаний з принципом єдності. Він означає, що кожна службова особа відділення ОВгП механізованої бригади стає учасником планової діяльності, незалежно від посади і функції, яку він виконує.

Принцип безперервності полягає в тому, що планування ВгП у відділенні ОВгП має здійснюватися постійно; розроблений план повинен оперативно коригуватися відповідно до результатів виконання і з врахуванням змін бойового середовища.

Принцип гнучкості (адаптивності) пов'язаний з принципом безперервності і полягає у наданні плану і процесу планування здатності змінювати свою спрямованість у зв'язку з виникненням непередбачених обставин.

Принцип точності означає, що план слід розробляти з такою точністю, яка сумісна з невизначеністю умов, залежить від зовнішніх та внутрішніх чинників.

ВДОСКОНАЛЕННЯ РІВНЯ ФІЗИЧНОЇ ПІДГОТОВЛЕНОСТІ КУРСАНТІВ ВІТВ ВІДПОІДНО ДО ВИМОГ ВЕДЕННЯ СУЧАСНИХ БОЙОВИХ ДІЙ

Корховий Р.О., Антонюк А.І.

Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У роботі розглянуто питання вдосконалення рівня фізичної підготовленості кусантів відповідно до вимог ведення сучаних бойових дій. Найбільшого поширення та розголосу, у зв'язку з їх успішним застосуванням, набуло використання двома сторонами збройного конфлікту безпілотних літальних апаратів, а саме FPV дронів.

Боротьба з FPV дронами передбачає комплексний підхід до захисту від БПЛА у вигляді активних і пасивних заходів, які повинні бути реалізовані як в підрозділах, так і у вигляді окремих елементів кожним військовослужбовцем [1].

Беручи до уваги практичні епізоди застосування, аналіз успішної тактики дій щодо протидії FPV дронам отримані під час практичного стажування у військах пропонується адаптувати робочу програму навчання курсантів під вимоги, які висуваються перед ними в процесі виконання бойових завдань. Критично важливим фактором для успішного виконання бойових задань є здатність військовослужбовця швидко пересуватися на полі бою, постійно маневрувати, змінювати свою позицію, концентрувати увагу на ключових моментах. Не скупчуватися особовому складу та техніки - поодинокі бійці мало цікавлять ворога [2]. Саме тому з метою вдосконалення швидкості, спритності, сили, витривалості та здатності мислити в критичних ситуаціях на фоні фізичної втоми та стресу пропонується застосовувати в програмі навчання комплексні заняття та окремі їх елементи, що повністю або частково моделюють рухи під час протидії FPV дронам. До основної частини заняття включати станції з розучування та подальшого тренування силових вправ із власною вагою або обтяженням (в засобах бронезахисту). В подальшому поєднувати окремі вправи між собою та змінювати черговість їх виконання. Обов'язковим елементом має бути короткотривале (3-5 сек) швидкісне пересуванням в між вправами за сигналом чи командою керівника.

Застосування вищезазначених прийомів в начальному процесі під час занять з фізичної підготовки дозволить в значній мірі покращити основні фізичні якості курсантів, буде сприяти їх швидкій адаптації в умовах стресової обстановки та впровадженню бойового досіду..

Література:

1. Способи протидії FPV-дронам (з ворожого довідника «Тактика применения противником FPV - дронов и способи противодействия») стаття від 21.12.24;

2. Підручний збірник воєнних порад Київ 2022-2023 119 с.

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ ПОЛІГОННОЇ БАЗИ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЗРАЗКІВ ТЕХНІКИ

Кот В.В., Чалапко В.В.

Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У доповіді обґрунтовано проблемні питання полігонної бази для дослідження характеристик зразків техніки. Основні із них полягають у не відповідності полігонної бази вимогам сучасної війни [1, 2]. Так, існуючі полігони є недостатньо ефективними для перевірки характеристик іноземних зразків техніки [2, 3]. Актуальним питанням є визначення та дослідження недоліків полігонної бази і відпрацювання пропозицій для покращення їх обладнання для відповідності сучасним вимогам.

Наведено основні результати порівняння полігонів для дослідження характеристик зразків техніки провідних країн світу (у тому числі країн членів блоку НАТО). Дослідження визначило позитивні та негативні характеристики існуючої полігонної бази, що дозволило запропонувати декілька пропозицій з удосконалення. Ці пропозиції були проаналізовані порівняно з існуючими передовими практиками, а також оцінено доцільність і вплив удосконалень на ефективність функціонування полігонної бази.

Запропоновано включити до існуючої полігонної бази більше різноманітності місцевості, що допоможе екіпажу адаптуватися до різних умов ведення бойових дій і визначити більш достовірно характеристики техніки. Підготовка екіпажів до конкретних ситуацій дозволить не тільки підвищити їхню майстерність, а й зменшить ризик нещасних випадків під час тренувань.

Розроблені пропозиції щодо удосконалення полігонної бази для дослідження характеристик зразків техніки дозволять підвищити ефективність підготовки екіпажів і покращити достовірність визначення характеристик техніки.

Література:

1. Герасимов С.В., Чалапко В.В. Пропозиції щодо удосконалення танкодрому // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXX міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2022, 19-21 жовтня 2022 р. – Харків: НТУ «ХПІ». – 993 с.

2. Герасимов С.В., Чернявський О.Ю., Нанівський Р.А. Комплектування полігону навчально-тренувальними комплексами для підготовки операторів безпілотних летальних апаратів. Збірник наукових праць Військової академії (м. Одеса). 2023. № 2 (20). С. 63-72. https://doi.org/10.37129/2313-7509.2023.20.63-72.

3. Герасимов С.В., Чернявський О.Ю., Томчук О.А. Обладнання полігону навчально-тренувальними комплексами для збільшення дальності дії систем управління безпілотних апаратів. Збірник наукових праць Військової академії (м. Одеса). 2024. № 1 (21). С. 77–86. https://doi.org/10.37129/2313-7509.2024.21.77-86.

ЕТИЧНІ ПРИНЦИПИ ПРОГРАМИ "ЛІДЕРСТВО" У ВІЙСЬКОВОМУ ІНСТИТУТІ ТАНКОВИХ ВІЙСЬК НТУ «ХПІ»

Кочергін І.О., Гайнутдінов А.В., Болгаріна Ю.О.

Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У роботі розглянуто питання впровадження етичних принципів в програму «Лідерство». «Етичне лідерство» визначається як демонстрація нормативно доцільної поведінки через особисті дії та міжособистісні стосунки, а також сприяння такій поведінці серед послідовників через двостороннє спілкування, підкріплення та прийняття рішень.

Етичні цінності формуються переважно в гуманістичній площині. У Військовому інституті танкових військ серед базових дисциплін є дисципліни гуманітарного циклу, які викладаються на кафедрах соціально-гуманітарних дисциплін.

Протягом другого курсу для курсантів усіх факультетів викладається дисципліна «Основи військового лідерства». Протягом четвертого курсу – «Розвиток військового лідерства». Протягом п'ятого курсу – «Вплив військового керівника на боєздатність команди».

Робочі програми вищезгаданих дисциплін використовують довідкову навчальну програму з лідерства та етики, яка відображає зусилля багатонаціональної групи вчених, дослідників та практиків, спрямованих на розвиток знань та практики лідерства та етики у військовій професії [1].

Формування лідерської компетентності курсантів у Військовому інституті бронетанкових військ відбувається через розвиток духовно-моральної досконалості, офіцерського менталітету, військово-професійної компетентності та психолого-педагогічної підготовки, а також максимально сприятливе соціально-освітнє середовище.

У позааудиторний час курсанти беруть участь у різних видах громадської діяльності та виконують наукову роботу з дисципліни. На кожному факультеті працює науковий клуб, де курсанти мають можливість проводити наукові дослідження, що згодом допомагає їм як у навчальному процесі, так і в саморозвитку. Курсанти регулярно розглядають кейси [2], які аналізують етику прийняття управлінських рішень, етичні дилеми, етику взаємин, етичну поведінку офіцера тощо. Особливе місце займають наставники з бойовим досвідом.

Етичне лідерство є наріжним каменем військового професіоналізму, що забезпечує чесність, відповідальність та справедливість офіцерів. У ВІТВ інтеграція етичних принципів у навчальні програми з лідерства є важливою для розвитку компетентних та морально обґрунтованих офіцерів. Впроваджуючи етику в навчальні програми, майбутні лідери можуть приймати обґрунтовані рішення, підтримувати дисципліну та зберігати довіру своїх підлеглих і суспільства.

Література:

1. Leadership and ethics reference curriculum, *NATO Headquarters Brussels, July 2024, 98 p.*

2. Vitchenko A. Development of leadership qualities of future military masters using case technology. *Наукова і оборона, 2018, № 4, С. 43–48.*

ОСНОВНІ НАПРЯМИ ВИКОРИСТАННЯ БРОНЕТАНКОВОГО ОЗБРОЄННЯ ЗА ДОСВІДОМ БОЙОВИХ ДІЙ

Кошкаров Ю.Ю., Чухліб В.Л., Таран О.В.
Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

За досвідом бойових дій та аналізом експертного середовища бронетанкове озброєння використовувалось, як правило, у трьох напрямках.

По-перше, для доповнення можливостей артилерії шляхом непрямих ударів. Через малий кут непрямого вогневого ураження бронетанкове озброєння є малоефективним видом артилерійського озброєння. Тим не менш, такі дії часто проводились з позицій, які не є основними для артилерії через більший захист танків та броньованих машин і, відповідно, меншу вразливість від контрбатарейного вогню.

По-друге, бронетанкове озброєння використовується як високоточні засоби вогневої підтримки, що здатні вести вогонь на відстані від 2 км. Перевага танків над БМП та іншими бойовими машинами щодо виконання функції вогневої підтримки полягає у збільшенні дальності дії. Вони мають більшу дальність стрільби, захист і кінетичний ефект, ніж БМП, і тому становлять серйозну загрозу на полі бою, коли є обмежена кількість протитанкових керованих засобів, здатних досягти їх дальності стрільби.

Третє, застосування бронетехніки - це рейдові дії. Удари по противнику під час таких дій значно підвищують ймовірність його втрат. Такі рейди часто проводяться вночі, особливо з використанням бронетехніки з кращою тепловою оптикою. Мета полягає в тому, щоб швидко наблизитися до цільового сектору, зробити якомога більше пострілів за короткий проміжок часу, нанести максимального ураження та організовано відійти на свої позиції.

Бронетанкове озброєння виявилось критично важливим для придушення міських споруд, так і для уникнення прориву через вузькі місця і відомі шляхи просування. Використання танків з вдосконаленою оптикою і мультиспектральним маскуванням як штурмових гармат видається кращим, оскільки міське середовище не дає танкам противника достатньої тактичної переваги. Звичайно, коли танки втягуються в міські райони, вони також ризикують вступити в прямий контакт з бронетехнікою противника, причому зіткнення іноді відбуваються на відстані до 50 м.

Танкові зіткнення стали відносно рідкісними, але коли вони трапляються, то зазвичай відбуваються на відстані до 1000 м. Визначальним фактором у цих зіткненнях є швидкість стрільби. Досвід засвідчив, що ураження з одного пострілу можливе, якщо влучити в точку між баштою і корпусом

Мобільність танка вважається найкращим засобом захисту від артилерії, а його живучість ставиться під загрозу, якщо він знерухомлений.

ТЕПЛОВЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ ОБ'ЄКТІВ У РАДІОДІАПАЗОНІ

Кудряшов В.Є.[1], Коломійцев О.В.[2], Поринос Є.О.[3], Матвєєв Л.І.[3]
[2]Інститут радіофізики та електроніки імені О.Я. Усікова, Національна академія наук України, м. Харків
[2]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків
[3]Навчально-науковий випробувальний полігон високотехнологічного озброєння та військової техніки, м. Черкаси

Різноманітні нагріті об'єкти випромінюють світлові, інфрачервоні та ультрафіолетові хвилі. При цьому, інтенсивність теплового випромінювання (ТВ) за величиною та швидкістю безперервно флуктує.

Таким чином, розгляд ТВ об'єктів у радіодіапазоні є актуальною науковою задачею.

В роботі проведено аналіз моделі радіотеплового випромінювання об'єкта, яку можливо представити як сумарне випромінювання безлічі крихітних елементарних антен, що отримують живлення від шумових струмів, розподілених за об'ємом випромінювача [1, 2].

Визначено, що шумові струми надвисокої частоти створюють радіотеплове випромінювання, а також те, що інтенсивність випромінювання залежить від електричних характеристик об'єктів випромінювання (провідності і діелектричної проникливості). При цьому, провідність об'єкта у значній мірі визначає його поглинаючі властивості. Для випромінювачів з нерівною поверхню залежність рівня випромінювання від напрямку згладжується.

Встановлено, що чим краще об'єкт поглинає енергію стороннього випромінювання, тим кращим тепловим випромінювачем він є.

Література:

1. Кудряшов В.Є., Коломійцев О.В., Комаров В.О., Катунін А.М., Слободенюк Ю.В., Поринос Є.О., Шупило Р.М., Хома В.В., Співак Т.А., Луценко А.С., Сургай В.І. Особливості теплового випромінювання об'єктів у радіодіапазоні. *ГРААЛЬ НАУКИ*: *міжнар. наук. журнал*. – Вінниця: ГО «Європейська наукова платформа»; НУ «Інститут науково-технічної інтеграції та співпраці», 2025. – No 48. – С. 321-329. DOI 10.36074/grail-of-science.10.01.2025.

2. Коломійцев О.В., Токар О.А., Кудряшов В.Є., Катунін А.М., Куравська Н.М., Хабоша С.М., Шупило Р.М., Кравченко В.Л., Рагулін В.В., Сапон В.І., Шинкаренко Є.О. Випромінююча здатність об'єктів вимірювання та їх радіояскраві температури. *ГРААЛЬ НАУКИ: міжнар. наук. журнал.* – Вінниця: ГО «Європейська наукова платформа»; НУ «Інститут науково-технічної інтеграції та співпраці», 2024. – No 47. – С. 526-534. – DOI 10.36074/grail-of-science.20.12.2024.

РОЗРАХУНОК ПОТУЖНОСТІ РАДІОМЕТРИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ТА ОЦІНКА КОНТРАСТІВ ПОТУЖНОСТЕЙ СИГНАЛІВ З УРАХУВАННЯМ ВПЛИВУ АТМОСФЕРИ

Кудряшов В.Є.[1], Коломійцев О.В.[2], Кулєшов О.В.[3], Клівець С.І.[3]

[2]Інститут радіофізики та електроніки імені О.Я. Усікова, Національна академія наук України, м. Харків

[2]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

[3]Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків

За законом Кирхгофа можливо визначити випромінюючу здатність атмосфери за її поглинаючою здатністю. При цьому, атмосфера має яскраву температуру, яка "екранує" температуру об'єктів на поверхні картографування.

Таким чином, розрахунок потужності радіометричних об'єктів та оцінка контрастів потужностей сигналів з урахуванням впливу атмосфери є актуальною науковою задачею.

В роботі проведено аналіз радіотеплового випромінювання природних та штучних об'єктів [1]. Розкрито особливості розрахунку потужності радіометричних об'єктів та оцінки контрастів потужностей сигналів з урахуванням впливу атмосфери [2]. Запропоновано варіант оцінки гладких поверхонь, що дзеркально відбивають, а також – шершавих, що дифузно розсіюють. За результатами розрахунків отримані значення як для температури атмосферного випромінювання, що «екранує» об'єкт вимірювання, з урахуванням сумарних втрат за трасою поширення радіометричних сигналів, так і коефіцієнту поглинання. Представлено отриманий графічний матеріал.

Література:

1. Кудряшов В.Є., Коломійцев О.В., Комаров В.О., Катунін А.М., Слободенюк Ю.В., Шупило Р.М., Хома В.В., Лук'янов Д.А., Співак Т.А., Землянський Д.О., Тітова А.В. Особливості радіотеплового випромінювання природних та штучних об'єктів. *ГРААЛЬ НАУКИ* : *міжнар. наук. журнал*. – Вінниця : ГО «Європейська наукова платформа»; НУ «Інститут науково-технічної інтеграції та співпраці», 2025. – No 49. – С. 711-720. DOI 10.36074/grail-of-science.21.02.2025.

2. Кудряшов В.Є., Коломійцев О.В., Комаров В.О., Власов А.В., Кулєшов О.В., Клівець С.І., Коломієць Б.І., Шабанов Д.М., Шинкаренко Є.О., Салогор В.В., Кулєшова Т.В. Особливості розрахунку потужності радіометричних об'єктів та оцінки контрастів потужностей сигналів з урахуванням впливу атмосфери. *ГРААЛЬ НАУКИ* : *міжнар. наук. журнал*. – Вінниця : ГО «Європейська наукова платформа»; НУ «Інститут науково-технічної інтеграції та співпраці», 2025. – No 50. – С. 551-559. DOI 10.36074/grail-of-science.21.03.2025.

АНАЛІЗ СИСТЕМИ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ CBRN У HOTZONE SOLUTIONS НІДЕРЛАНДИ

Кузьменко С.Ю., Хижняк Я.В.
Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Hotzone Solutions (HZS) (далі – HZS) – це міжнародна компанія, що спеціалізується на навчанні та підготовці фахівців з хімічного, біологічного, радіаційного та ядерного (CBRN) захисту. Компанія пропонує широкий спектр курсів, які охоплюють різні аспекти CBRN - безпеки, від базових знань до спеціалізованих навичок. Співпраця України з Hotzone Solutions (HZS) є вкрай необхідною та важливою в часи повномасштабного вторгнення рф проти України.

Вирізняються основні аспекти системи підготовки фахівців CBRN в Hotzone Solutions, а саме:

- комплексний підхід;
- реалістичні сценарії;
- досвідчені інструктори;
- міжнародна акредитація.

Важливим аспектом сисеми підготовки фахівців CBRN в Hotzone Solutions є сучасне обладнання таке, як: детектори ХБРЯ - речовин, захисні костюми, маски та ін. HZS використовує такі обладнання для дезактивації, що дозволяють учасникам отримати найновіші знання та навички.

Існують основні напрямки підготовки фахівців CBRN в Hotzone Solutions, тому Hotzone Solutions пропонує курси для різних сфер (галузей) та професій таких, як: військовослужбовців, працівників правоохоронних органів, рятувальників, медичних працівників, працівників промислових підприємств.

Збройні Сили України можуть скористатися послугами HZS, а саме в напрямку навчання, що є важливою складовою на етапі розвитку Збройних Сили Укрїни.

Проведення навчання з напрямку ХБРЯ - захисту, включають: виявлення та ідентифікацію ХБРЯ - загроз, дезактивацію та знезараження, використання захисного обладнання, медичну допомогу при ХБРЯ - ураженнях, а також надання консультацій з питань оцінки ХБРЯ - ризиків, розробки планів ХБРЯ-захисту, організації ХБРЯ-безпеки на об'єктах.

Враховуючи поточну ситуацію в Україні, послуги HZS можуть бути особливо корисними для ЗСУ у зв'язку з ризиком застосування рф зброї масового ураження.

Отже, міжнародна компанія Hotzone Solutions (HZS) відіграє важливу роль у підготовці фахівців CBRN у всьому світі. Їхня система підготовки забезпечує високий рівень професіоналізму та готовності до реагування на CBRN-загрози.

МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ЩОДО МОДЕЛЮВАННЯ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ БОЙОВИХ ДІЙ ПІДРОЗДІЛІВ ПРОТИПОВІТРЯНОЇ ОБОРОНИ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК

Кулєшов О.В.[1], Коломійцев О.В.[2] Кулєшова Т.В.[1], Клівець С.І.[1],
[1]Харківський національний університет Повітряних Сил імені І. Кожедуба,
[2]Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У роботі розглянуто питання щодо моделювання оцінки ефективності бойових дій підрозділів протиповітряної оборони (ППО) Сухопутних військ (СВ). Підрозділи ППО СВ призначені для прикриття загальновійськових частин (підрозділів) в усіх видах бойових дій, під час їх перегрупування, розташування на місцевості від ударів повітряного противника (ПП) з гранично малих, малих, середніх та частково великих висот в умовах застосування противником завад, високоточної зброї та засобів радіоелектронної боротьби.

Бойові дії підрозділів ППО СВ здійснюються в складних умовах обстановки, під час невизначеності щодо стану системи зенітного ракетно-артилерійського прикриття загальновійськових частин (підрозділів), параметрів зовнішнього середовища та тактики дій ПП.

Модель оцінки ефективності бойових дій підрозділів ППО СВ – є система математичних залежностей та логічних правил, що дозволяють з достатньою повнотою і точністю описувати найбільш істотні процеси, властивим бойовим діям, прогнозувати хід та результат бойових дій і оцінювати ефективність варіантів замислів і планів.

При моделюванні оцінки ефективності бойових дій підрозділів ППО СВ на основі вивчення цілей моделювання та задач, які вирішуються підрозділами ППО СВ, необхідно вибрати основний показник або групу показників ефективності бойових дій. Показниками ефективності бойових дій підрозділів ППО СВ можуть бути:

– розміри зон вогню підрозділів ППО СВ;

– кількості стрільб, що виконуються підрозділами ППО СВ до досягнення ПП заданих рубежів;

– щільність вогню підрозділу ППО СВ на заданому рубежі;

– середня ефективність ефективності стрільб;

– математичне сподівання кількості знищених повітряних цілей;

– ступень реалізації потрібних рубежів централізованого управління вогнем;

– ступень реалізації площі прикриття підрозділами ППО СВ;

– коефіцієнт взаємного перекриття зон ураження підрозділів ППО СВ.

Запропоновано методичний підхід щодо моделювання оцінки ефективності бойових дій підрозділів ППО СВ, який пов'язаний з комплексним аналізом усіх вище перелічених показників за наявності суперечливих вимог до результатів дій сторін з урахуванням умов обстановки, а також застосуванням геоінформаційних систем типу "Аргумент".

OSINT ЯК ІНСТРУМЕНТ ПРОТИДІЇ ДЕЗІНФОРМАЦІЇ ТА ДОКУМЕНТУВАННЯ ВОЄННИХ ЗЛОЧИНІВ В УМОВАХ РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ.

Кумпан О.О., Стреляний Б.О., Мащенко І.А.

Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У ході ведення війни між росією та Україною розвідка з відкритих джерел Open Source Intelligence (OSINT) відіграє критичну роль та стала не лише інструментом оперативного реагування та інформаційного контролю, але й новою формою громадянського спротиву, яка дозволяє неурядовим структурам, журналістам, волонтерам та міжнародним організаціям брати активну участь у документуванні подій війни, виявленні воєнних злочинів та протидії російській дезінформації. Така розвідка змінила традиційні уявлення про безпеку, інформаційну перевагу та прозорість воєнних дій, перетворивши відкриті джерела на стратегічний ресурс для захисту національного суверенітету та мобілізації міжнародної підтримки.

Основні напрями застосування OSINT у війні Моніторинг соціальних мереж і ЗМІ Українські аналітики та військові формування активно використовують соцмережі (Telegram, Twitter/X, TikTok) для відстеження переміщення ворожих підрозділів, розміщення техніки, нових мобілізаційних хвиль тощо. Зокрема, дописи російських військових і «воєнкорів» неодноразово ставали джерелом важливої інформації.

Супутникові знімки Завдяки таким сервісам, як Maxar або Planet Labs, OSINT дослідники можуть бачити результати обстрілів, накопичення техніки, будівництво оборонних споруд на лінії фронту.

Аналіз відео та фото застосовується геолокація і верифікація кадрів, знятих на фронті, для підтвердження або спростування інформації, яку подають обидві сторони конфлікту.

Одним з підтверджень ефективності даного виду розвідки є трагічна бійня в Бучі, коли мирні жителі були по-звірськи страчені й покинуті на вулиці окупаційними російськими військами. Міністр закордонних справ росії лавров заявив, що фото і відео з Бучі були інсценовані з використанням трупів російських жертв після відступу їх військ. Однак супутникові знімки MAXAR спростували це твердження, показавши, що тіла невинних українців пролежали на землі зо два тижні до відступу рашистів і прибуття ЗСУ.

Таким чином, війна продемонструвала безпрецедентне значення розвідки з відкритих джерел (OSINT) як потужного інструменту в умовах сучасного конфлікту. OSINT не лише посилив обороноздатність України, надаючи точну інформацію у реальному часі, а й активізував громадянське суспільство. Він став основою для розвінчання ворожої пропаганди, документування воєнних злочинів та формування міжнародного тиску на агресора. Таким чином, OSINT перетворився з допоміжного інструмента розвідки на ключовий фактор забезпечення національної безпеки та правди у війні за незалежність України.

АКТИВІЗАЦІЯ УВАГИ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ

Лабузов К.О., В.М. Базелюк В.М.

Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

На сучасному етапі супротиву агресії з боку Росії одним з приорітетів є підвищення боєздатності механізованих підрозділів за рахунок прийняття на озброєння БМП " M2 Bradlley " від країн партнерів.

Так методично потужним засобом навчання при вивченні курсантами зразків бронетанкового озброєння країн партнерів НАТО можна вважати інфографіку, оскільки плакати формують уміння самостійно працювати з джерелами інформації, дають змогу курсантам поглибити знання техніки і знайти правильну відповідь на складні питання. Актуальність дослідження обумовлена необхідністю поєднання графічних об'єктів, різних за своєю природою.

Доповідь присвячена процесам автоматизації обробки растрових зображень з метою перетворення їх у векторний формат. Авторами наведено короткий опис завдання векторизації. Виділено наступні етапи роботи алгоритму: завантаження і ініціалізація; підрахунок необхідних кольорів
і формування таблиці кольорів; виділення контурів областей на растрі; формування масивів з точок, хаотично розташованих на зображенні; формування векторної моделі; растеризація векторної моделі (зорова перевірка на відповідність векторної моделі растрової)

Алгоритм векторизації представлений в загальній рекомендаційній формі. Це пояснюється тим, що розглянута задача виявляється завжди дуже специфічною при її вирішенні. Запропоновано загальну конструкцію завдань, вирішення яких необхідне в більшості випадків попередньої обробки матеріалів при створенні інфографіки для освітнього процесу.

Література:

1. Скворцов А.В. Применение триангуляции для решения задач вичислительной геометрии / А.В. Скворцов, Ю.Л. Костюк// Геоинформатика. Теория и практика. Вип. 1. – Томск: Из-во Том. гос. ун-та, 1998. – С. 22-47.

2. Сташевський С. Ю. Алгоритм векторизации растровых изображений в общем виде / Автоматизированные системи обработки информации, управления и проектирования // Доклад Томского государственного университета систем управления и радиоелектроники. Томск- 2004. 7 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МОБІЛЬНИХ РЕМОНТНИХ МАЙСТЕРЕНЬ

Левченко Д.О., Гузенко С.О., Хворост О.С.
Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сучасні воєнні конфлікти характеризуються високою динамікою змін бойової обстановки, великою насиченістю озброєнням і технікою, що суттєво впливає на інтенсивність їх експлуатації та, як наслідок, на потребу в технічному обслуговуванні і ремонтах. У таких умовах традиційна система стаціонарного технічного обслуговування часто виявляється неефективною через значні логістичні витрати, часові затримки та ускладнений доступ до ремонтних потужностей. У зв'язку з цим особливої актуальності набуває використання мобільних ремонтних майстерень як елемента оперативного технічного забезпечення військових частин безпосередньо в районі виконання завдань.[1]

Результати дослідження свідчать про те, що використання мобільних ремонтних майстерень дозволяє скоротити середній час відновлення техніки на 30–50% у порівнянні з традиційними методами, що значно підвищує боєздатність підрозділів у режимі реального часу. Також зменшуються логістичні ризики, оскільки техніка не потребує евакуації в глибокий тил. [2]

У рамках дослідження також було проведено порівняння ефективності застосування мобільних ремонтних майстерень у ЗСУ, арміях США, Польщі, Німеччини та Ізраїлю. Встановлено, що провідні країни НАТО широко використовують подібні мобільні платформи на основі броньованих та контейнерних рішень з інтеграцією сучасних інформаційних технологій, що значно підвищує координацію технічного обслуговування у режимі реального часу.[3]

Таким чином, дослідження підтвердило, що мобільні ремонтні майстерні є ефективним елементом системи технічного забезпечення у сучасних умовах бойових дій. Вони забезпечують оперативне відновлення боєздатності військової техніки без необхідності її транспортування до тилу, що дозволяє підвищити мобільність, зменшити витрати часу та ресурсів, а також знизити ризики втрат під час евакуації несправної техніки. Перспективність їх розвитку полягає у впровадженні цифрових рішень, адаптації до специфіки бойових дій та постійному оновленні складу технічного обладнання відповідно до вимог сучасного театру воєнних дій.

Література:

1. Організація експлуатації та ремонту озброєння та військової техніки / заг. ред. В. Лісневський. – К.: НАОУ, 2011. – 348 с.

2. Архіпов, М. В., Мельник, П. І. Підвищення ефективності технічного забезпечення в Збройних Силах України. – С. 123–129.

3. Petrenko, S., & Kozachenko, S. Technical Support for Ukrainian Armed Forces During the Russian-Ukrainian War: Challenges and Solutions // Journal of Scientific Papers "Social Development and Security". – 2023. – Vol. 13, No. 1. – C. 87–94.

СПОСОБИ ПІДВИЩЕННЯ ПЕРЕШКОДОСТІЙКОСТІ В СИСТЕМАХ ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ

Линник М.Ф., Грищук М.Є., Дмитренко М.В.
Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Одним із основних завдань, що стоять перед сучасною радіоелектронікою, було та залишається завдання підвищення ефективності радіотехнічних систем різного призначення. Збільшення об'єму інформації, яка передається по системах радіозв'язку, вимагає використання додаткових ділянок частотного діапазону, придатного для радіозв'язку. Постійне існуюче прагнення використовувати при створенні нових систем радіозв'язку незайняті ділянки частотного діапазону призвело до того, що в даний час виявляється перекритим практично весь придатний для радіозв'язку діапазон частот. При цьому поряд з такими заходами, як багаторазове використання частот за рахунок забезпечення просторово-часового ущільнення каналів, необхідно вирішувати завдання оптимізації видів сигналів, методів модуляції та кодування, а також реалізації відповідних пристроїв формування та обробки сигналів у каналах із обмеженою смугою пропускання. Одним із способів збільшення ефективності використання частотного діапазону є застосування сигналів зі складними видами модуляції. До цього класу сигналів можна віднести сигнали із багаточастотною багатофазовою модуляцією. Прикладом таких сигналів є паралельні фазо-частотно-модульовані (ПФЧМ) сигнали (Lf-Mφ). Ці сигнали мають L піднесучих частот і M кутів модуляції по фазі на кожній піднесучій. При дослідженні ансамблів вказаних складних сигналів було виявлено, що окремі сигнали займають при передачі широку смугу частот, запропоновано виключити такі сигнали зі складу ансамблю, що використовується для передачі даних. Проведено аналіз перешкодостійкості передачі інформації при застосуванні усічених ансамблів ПФЧМ сигналів з чотирикратною фазовою модуляцією (4f-4φ). Як модель каналу зв'язку використовувалася найпростіша модель каналу з незалежними помилками (двійковий симетричний канал без пам'яті), для якого справедливий біномний закон розподілу помилок.

Висновок: застосування ансамблю складних сигналів виду Lf-Mφ дає можливість підвищення стійкості до перешкод інформації, яка передається по каналах зв'язку, без введення інформаційної та енергетичної надмірності.

ЕТАПИ РОЗВИТКУ ОСНОВНОГО БОЙОВОГО ТАНКУ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК ВЕЛИКОЇ БРИТАНІЇ CHALLENGER-2

Лозовий Я.О., Васильєв М.І.

Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

FV4034 Challenger 2 (позначення МО Великої Британії – CR2) – основний бойовий танк третього покоління сухопутних військ Великої Британії, який перебуває на озброєнні армій Сполученого Королівства, України та Оману. Був розроблений компанією Vickers Defence Systems (нині BAE Systems Land & Armaments) як наступник Challenger 1.

Challenger 2 – масштабна переробка Challenger 1. Хоча корпус і компоненти шасі здаються схожими, вони мають новий дизайн, і лише близько 5 % компонентів є взаємозамінними. Особливістю візуального розпізнавання є броньований корпус теплового прицілу TOGS: у Challenger 2 він розташований над стволом гармати, у Challenger 1 – праворуч від башти. Танк має запас ходу до 550 км і може розвивати максимальну швидкість по дорозі до 59 км/год.

Основними етапами розвитку Challenger 2 прийнято вважати наступні:

1986 – компанія Vickers Defence Systems розпочала розробку нового танка як приватний проєкт, прагнучи створити покращену версію Challenger 1;

1988 – Міністерство оборони Великої Британії замовило прототип нового танка;

1991 – було розміщене замовлення на 140 одиниць Challenger 2, а у 1994 році додатково замовили ще 268 танків;

1993 – стартувало серійне виробництво, а перші танки були поставлені у 1994 році;

1998 – Challenger 2 офіційно прийняли на озброєння британської армії;

2002 – завершилося виробництво останнього танка;

В процесі експлуатації та з оглядом на розвиток бронетанкового озброєння та військової техніки було проведено кілька важливих модернізацій, спрямованих на покращення бойових характеристик Challenger 2:

Challenger 2 Life Extension Programme (LEP) – програма продовження терміну служби, розроблена для збереження бойової ефективності танка до 2035 року. Включає оновлення броні, електроніки та систем управління;

Британська нарізна 120-мм гармата L30A1 була запропонована до заміни на гладкоствольну Rheinmetall 120 mm L55, що дозволяє використовувати сучасні боєприпаси;

Модернізація башти з покращеним бронюванням та можливістю встановлення додаткових систем захисту;

Інтеграція сучасних систем керування вогнем, автоматичного виявлення та супроводження цілей, а також покращення зв'язку;

Модернізація двигуна - Challenger 2 оснащений дизельним двигуном Perkins CV12 (12-циліндровий, V-подібний з турбонаддувом). встановлюється в парі з автоматичною гідромеханічною трансмісією David Brown TN54. Модернізовано було систему впорскування пального та удосконалено систему охолодження двигуна.

ІСТОРІЯ УКРАЇНСЬКОГО КОЗАЦТВА В ГУМАНІТАРНІЙ ПІДГОТОВЦІ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ ЗСУ

Луняк Є.М., Криленко І.М., Болгаріна Ю.О.
Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В умовах теперішньої російсько-української війни особливого значення набувають зміцнення та підтримання високого морального духу в силах оборони України. З цією метою досить часто використовується апелювання до звитяг українського народу. Серед найяскравіших етапів в історії українського війська, безумовно, можна виділити давньоруський та козацький періоди, визвольні змагання українського народу в добу революції та Другої світової війни. Кожен з цих етапів містить безліч героїчних подій та образів, здатних надихати нинішнє покоління захисників України на боротьбу за збереження її державного суверенітету та територіальної цілісності. Втім, за нашими спостереженнями, саме доба козацтва має певну унікальність у порівнянні з іншими періодами вітчизняної історії.

По-перше, це пов'язано з майже абсолютно позитивним ставленням у нашому суспільстві до поняття «козак» та діяльності козацтва загалом. Рідний і позитивний для більшості українців образ козака став уособленням найкращих чеснот воїна: любові до своєї землі, сили духу, воїнської доблесті та майстерності. По-друге, козацький період нашої історії є неймовірно багатим на яскраві події та постаті, які можуть використовуватися з метою унаочнення стійкості, мужності, героїзму та відданого служіння Батьківщині. По-третє, доба козацтва не завершилася через чітко вимальовану поразку. Тим цей період вигідно відрізняється від, скажімо, доби Київської Русі, коли держава була знищена внаслідок Батиєвої навали. Поразок зазнали й визвольні змагання українського народу часів революції та Другої світової війни.

За нашими спостереженнями, діяльність українського козацтва викликає більший інтерес з боку військовослужбовців, ніж інші періоди історії. Так при опитуваннях особового складу підпорядкованих підрозділів відмічалася зацікавленість у глибшому ознайомленні з яскравими сторінками минулого українського козацтва, що проявлялася у бажанні ознайомитися з тематичною науково-популярною літературою, взяти участь у навчальних екскурсіях по місцях козацької слави, бути присутнім на відповідних заняттях. Значення козацького періоду в історії українського війська знайшло своє відображення й у деяких керівних документах ЗСУ. Так в «Етосі Піхотинця» підкреслюється значення козацьких традицій для становлення української армії.

Таким чином, історія українського козацтва посідає унікальне місце в процесі навчально-виховної роботи в ЗСУ, має практично невичерпний потенціал для розгляду та вивчення, а також відіграє вкрай важливу роль у зміцненні та посиленні бойового духу воїнів і підготовці сучасних військових лідерів.

НАПРЯМКИ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ В ЗБРОЙНИХ СИЛАХ УКРАЇНИ

Лущук Р.П.

Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Сучасна війна вимагає використання цифрових технологій. Розвиток системи інформаційного забезпечення дозволяє: в режимі реального часу отримувати та обробляти дані; використовувати супутниковий моніторинг, БПЛА, сенсори тощо; оперативно реагувати на екологічні загрози.

Дослідження у цьому напрямку дозволить розробити та впровадити нові технології та методи моніторингу, які сприятимуть покращенню якості екологічного контролю. Також це допоможе виявляти проблемні місця та ризики забруднення навколишнього середовища, що дасть змогу своєчасно вживати заходів для їх усунення.

У зв'язку з повномасштабною агресією з боку російської федерації екологічна ситуація в районах бойових дій є катастрофічною: зруйновані промислові об'єкти (включаючи хімічні), забруднення від боєприпасів і вибухонебезпечних залишків, загроза ядерних та радіаційних аварій (зокрема на територіях АЕС) та багато іншого.

Збройні Сили України за своєю природою здійснюють діяльність, яка має суттєвий вплив на навколишнє середовище (військові навчання, зберігання боєприпасів, використання техніки тощо). За відсутності належного екологічного моніторингу існують ризики забруднення ґрунтів, повітря, води, деградації природних екосистем і негативного впливу на здоров'я особового складу та цивільного населення.

Це все потребує оперативного збору, аналізу та передачі екологічної інформації для прийняття обґрунтованих управлінських рішень.

У роботі представлено огляд інформаційного забезпечення систем екологічного моніторингу армій країн-членів НАТО та проведено аналіз поглядів щодо екологічного моніторингу у військових формуваннях України, що в свою чергу впливає на забезпечення екологічної безпеки на військових об'єктах та під час ведення дій Збройних Сил України (Тобто загальний процес спостереження, оцінки та контролю за станом довкілля у військах.). Розглянуто теоретичну базу та розроблено практичні рекомендації з удосконалення інформаційного забезпечення систем екологічного моніторингу в Збройних Силах України, спрямованих на підвищення ефективності моніторингу та охорони довкілля в умовах сучасних військових дій і операцій.

За результатами дослідження обґрунтовано вибір математичного апарату для розробки інформаційного забезпечення систем екологічного моніторингу та баз знань інформаційно-логічної моделі підтримки прийняття рішень (ППР). Показано можливість і доцільність застосування алгебри предикатів та предикатних операцій для моделювання процесів інформаційного забезпечення, що дозволило розробити моделі ППР.

Таким чином, у результаті роботи проведено аналіз літературних джерел щодо стану інформаційного забезпечення систем екологічного моніторингу Збройних Сил України та армій країн-членів НАТО; надано рекомендації щодо застосування систем ППР в екологічному моніторингу військової сфери.

ОСНОВНІ МЕТОДИ КІБЕРЗАХИСТУ В ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ ТАКТИЧНОЇ ЛАНКИ УПРАВЛІННЯ

Ляшенко Г.Т., Бондаренко Т.В., Фомкін Д.В.
Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації імені Героїв Крут, м. Київ

Активне впровадження та функціонування інформаційних систем у діяльності Збройних Сил України зумовило виникнення нового виду бойових дій, що здійснюються у кіберпросторі. На сучасному етапі фіксується перша у світовій практиці повномасштабна кібервійна, до якої залучені військові підрозділи, державні установи, спеціальні служби та хакерські угруповання. Основними об'єктами кібератак виступають критично важливі елементи інфраструктури: інформаційно-телекомунікаційні системи підприємств енергетичного та комунального секторів, служби екстреного реагування, фінансова та логістична системи, а також інформаційні системи Сил оборони України.

Більшість інформації, що обробляється та зберігається в базах даних інформаційних систем, належить до категорії з обмеженим доступом. У зв'язку з цим забезпечення належного рівня кіберзахисту таких баз даних є одним із пріоритетних завдань структурних підрозділів, відповідальних за кібербезпеку.

Основні методи кіберзахисту:

- сегментація мережі та недопущення зберігання інформації у хмарі – для обмеження доступу та розподіл мереж на окремі сегменти для зниження ризиків;
- фізична безпека інформаційних систем – запобігання несанкціонованому фізичному доступу до обладнання та засобів зв'язку;
- використання засобів криптографічного захисту – шифрування переданої та збереженої інформації з використанням сертифікованих засобів;
- контроль доступу до систем – багаторівнева автентифікація, розмежування прав доступу та обмеження повноважень користувачів;
- захист радіоканалів та зв'язку – використання захищених протоколів, динамічна зміна частот і засобів радіоелектронної боротьби;
- системи моніторингу та реагування – постійний контроль активності, аудит інформаційних ресурсів та оперативне реагування на виявлені загрози;
- резервування та дублювання каналів зв'язку – забезпечення безперервності управління навіть за умов кіберінцидентів.

Висновки:

1. Ефективна кібероборона тактичного рівня неможлива без системного підходу – необхідно поєднувати фізичний, програмний, організаційний та криптографічний захист для гарантування стійкості систем управління до кібератак.
2. Критично важливим є впровадження багаторівневої системи контролю доступу – це дозволяє мінімізувати ризики несанкціонованого використання інформаційних ресурсів та обмежити можливість доступу ворога до тактичної інформації.

ПІДВИЩЕННЯ СПРОМОЖНОСТІ ПІДРОЗДІЛІВ РХБ РОЗВІДКИ, ЩОДО ВІДБОРУ ПРОБ ПРИ ЗАСТОСУВАННЯ ПРОТИВНИКОМ ЗБРОЇ МАСОВОГО УРАЖЕННЯ

Мальований С.В., Левадна С.В., Дядченко А.В.
Військовий інститут танкових військ Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Відомо, що російська федерація володіє трьома видами зброї масового знищення (ураження) (ЗМЗ(У)): ядерною, біологічною та хімічною. Це одна з п'яти держав, що володіють ядерною зброєю, визнаних відповідно до Договору про нерозповсюдження ядерної зброї. Під час російського вторгнення в Україну у 2022 році підрозділи ракетних військ стратегічного призначення були переведені у стан підвищеної бойової готовності.

Системні порушення норм міжнародного гуманітарного права російськими окупаційними військами підтверджують відмову агресора від міжнародних багатосторонніх угод в галузі законів і звичаїв війни, що є найтяжчим міжнародним злочином.

Враховуючи зростання реального ризику застосування агресором зброї масового ураження важливого значення набуває вирішення завдання проведення ХБР розвідки. З метою мінімізації ризиків для особового складу й необхідності підвищення точності збору інформації пропонується використовувати спеціалізовані роботизовані комплекси ХБР розвідки. Роботизовані системи широко застосовуються під час стримування російської військової агресії, допомагаючи ЗС України виконувати різноманітні складні завдання під час ведення бойових дій.

Авторами активно вивчається передовий досвід провідних країн світу щодо використання робототехніки і новітніх роботизованих технологій для вирішення завдання ХБРЯ захисту з виявлення та оцінювання наслідків застосування ЗМЗ(У), а також локалізації та ідентифікації джерел зараження шляхом відбору проб при ХБР зараженні.

Роботизований комплекс відбору проб ХБР зараження (РК ХБР) забезпечить виявлення, ідентифікацію, відбір проб для подальшого лабораторного аналізу бойових токсичних хімічних речовин, небезпечних хімічних речовин, біологічних агентів (біологічного матеріалу), радіоактивних речовин на відкритій місцевості та в приміщеннях, в рідкому, твердому та газоподібному станах.

Використання РК ХБР забезпечить швидкість та точність виконання завдань з пробовідбору при ХБР зараженні, а також зменшить ризик для життя і здоров'я фахівців ХБРЯ захисту.

З метою вирішення зазначеної проблеми за безпосередньої участі авторів опрацьовано проєкт оперативно-тактичних вимог до малого РК ХБР для підвищення ефективності застосування підрозділів ХБРЯ захисту та зменшення небезпеки для життя або здоров'я військовослужбовців.

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ НАВЕДЕННЯ ТА УПРАВЛІННЯ ВОГНЕМ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ ГАРМАТ

Мелешко О.М.

Науково-дослідний центр ракетних військ і артилерії, м. Суми

Досвід застосування артилерійських підрозділів ЗСУ у широкомасштабній російсько-українській війні висуває жорсткі вимоги щодо маневреності, автономності застосування та часу готовності гармат до відкриття вогню, точності підготовки установок для стрільби. Все це в свою чергу висуває певні узагальнені вимоги як до гармат, які підлягають модернізації, так і до перспективних артилерійських гармат, а саме:

можливість розгортання артилерійської гармати з маршу на непідготовленій вогневій позиції (ВП), автономне визначення прямокутних координат і висоти ВП та дирекційного кута орієнтирного напрямку;

прийом цілевказання з пункту управління вогнем і автономний розрахунок установок для стрільби з урахуванням відхилення умов стрільби гармати від табличних;

автоматизоване наведення ствола в вертикальній і горизонтальній площинах за вирахуваними установками для стрільби;

автоматизоване відновлення наводки в ході стрільби, уточнення установок для стрільби за результатами уточнення сумарного відхилення початкової швидкості снарядів.

Для реалізації даних вимог гармата має бути оснащена відповідним засобами, перелік яких буде залежати від: способу пересування гармати (самохідна чи причіпна); глибини модернізації існуючого зразка, можливостей і доцільності реалізації тих або інших технічних рішень на існуючому зразку; технічних і фінансових можливостей та доцільності реалізації тих або інших конструкторських рішень; вимог щодо технічної і інформаційної сумісності з комплексом засобів автоматизації та зв'язку пункту управління вогнем.

Автором запропоновано можливі варіанти оснащення самохідних і причіпних гармат, як тих які розробляються, так і тих, які модернізуються. Надані пропозиції щодо складу засобів навігації, топогеодезичної прив'язки і орієнтування, можливих варіантів оснащення для визначення поточного положення ствола в горизонтальній і вертикальній площинах а також вимоги до точності визначення відповідних параметрів. Надається перелік основних задач, які повинна вирішувати підсистема обробки даних і формування управляючих впливів та інше.

РІВНІ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ, ЩО ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ В ІНСТРУКЦІЯХ НАТО

Меньшов С.М., Сучков Г.М., Харітонов О.В.

Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Технічне обслуговування є важливим множником бою для успіху всіх операцій НАТО. У термінології НАТО визначені рівні ТО, які мають на меті дозволити зрозуміти, як власна національна система технічного обслуговування узгоджується із системами технічного обслуговування інших країн.

Рівні технічного обслуговування НАТО визначаються ступенем інженерного вмісту в ремонтному завданні. Завдання з технічного обслуговування визначаються глибиною ремонту, часом, ресурсами та необхідною стабільністю.

Рівень технічного обслуговування, який може бути здійснений, матиме пряме відношення до тактичної ситуації, яку необхідно враховувати при прийнятті рішень про ремонт. Застосування цих рівнів є гнучким. Якщо дозволяють тактична ситуація, вид військової діяльності та технічні ресурси, командир може розпорядитися, щоб вищі рівні технічного обслуговування проводились ближче до місця відмови.

Керівний принцип технічного обслуговування полягає в тому, що непридатне до експлуатації обладнання повинно бути відремонтоване настільки, наскільки це експлуатаційно можливо і технічно. Швидкий ремонт або заміна непридатного обладнання якомога ближче до місця його поломки або пошкодження має бути основною метою планування технічного обслуговування.

Тому ремонтні підрозділи повинні бути мобільними і розташовуватися поруч з підрозділами, які вони обслуговують. Якщо цього вимагатиме ситуація, ремонтні підрозділи вищого рівня повинні будуть підтримувати підрозділи в прилеглих районах шляхом розгортання мобільних та модульних ремонтних підрозділів.

Ефективний ремонт залежить від систематичного, але гнучкого застосування наступних заходів:

– перевірка непридатного до експлуатації майна для оцінки пошкоджень;

– пріоритети ремонту, які залежать від оперативної ситуації;

– рішення про місце проведення ремонту, яке, залежить від часу, доступного для ремонту, та наявності спеціального ремонтного обладнання;

– забезпечення необхідними запасними частинами;

– організація та потік ремонтних операцій, включаючи управління ремонтним циклом.

ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЗБІЛЬШЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ РУЧНИХ УЛАМКОВИХ ГРАНАТ ЗА ДОПОМОГОЮ СПЕЦІАЛЬНОГО МЕТАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ

Мітров В.С., Пашуба А.С., Ірочко В.С.

Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Досвід повномасштабного вторгнення російської федерації показує, що застосування ручних уламкових гранат, в рамках безпосереднього контакту з противником особовим складом механізованих підрозділів має бути більш універсальним та ефективним. Враховуючи відмічене, бойові підрозділи можуть виконувати бойові завдання з більшим ефектом враження противника застосовуючи звичні боєприпаси. Ручні уламкові гранати, за тактичним призначенням є оборонні (Ф-1, РГО) та наступальні (РГД -5, РГН), що пов'язане з їх доставкою до цілі (в район цілі). Враховуючи відмічене, вірогідність враження противника (дальність кидка, точність, особиста безпека, та ін.) залежить від фізичних якостей "бійця". Незважаючи на те, фізичний стан людини може постійно змінюватись, тому результати враження можуть мати певну девіацію. В середньому, дальність кидка уламкової наступальної гранати складатиме близько 40 метрів. Метання оборонних гранат передбачено із-за укриття, що частково обмежує їх застосування. Крім того, детонація боєприпасу відбувається на грунті, що передбачає "вхід" частини уламків в "Землю".

Враховуючи зазначене, більш ефективне застосування гранат можливе за рахунок спеціального пристрою, що дозволить збільшити дальність метання та покращити точність падіння. Окрім відміченого, з'являється фізична можливість забезпечення детонації боєприпасів в повітрі (над ціллю), що збільшить вражаючу дію. Вказане можливе за рахунок урахування сталих (постійних) фізичних характеристик приладу та часу горіння УЗРГМ (3,4-4,3с.). Досягнення ефективних результатів, передбачає ряд розрахунків та випробувань, що має поєднувати гармонічне співвідношення "боєприпас-зброя". Не зважаючи на вказане, слід не забувати той факт, що визначені прийоми направлені на, здебільшого, невластиве застосування боєприпасів. Прийцип механічної дії передбачає викидування гранати з напрямної з одночасним відходом запобіжного важеля та надання початкової енергії. Крім того, гнєтковий пристрій забезпечує виключення передчасного спрацювання запалу (до покидання гранатою напрямної). В свою чергу, важільна канавка забезпечує легкий рух боєприпасу, з урахуванням одночасного прижимання гранати. Подальший розвиток відміченого напрямку передбачає дистанційне управління одним та більше вказаних механізмів. Враховуючи зазначене, є актуальним застосування датчиків виявлення живої сили та техніки противника. Крім того, система управління має передбачати функціонування в умовах поганої баченості та подавати сигнали оповіщення.

ВИКОРИСТАННЯ БОЙОВОГО ДОСВІДУ В ПРОЦЕСІ ПІДГОТОВКИ ЕКІПАЖІВ БОЙОВИХ МАШИН

Мокоївець В.І, Федоров О.Ю., Бокачов С.В.
Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, м Львів

У сучасних умовах ведення збройної боротьби запровадження бойового досвіду в процес підготовки екіпажів бойових машин (БМ) є критично важливим для підвищення боєздатності та ефективності військ. Актуальність цього питання у Збройних Силах України зросла внаслідок російської агресії та активного використання БМ обома протидіючими сторонами.

Ретельний збір та аналіз інформації про використання БМ та результативність їх дій в бойових умовах є першочерговим кроком. Це включає вивчення способів застосування, виявлення сильних та слабких сторін різних типів БМ, аналіз протидії ворога, а також фіксацію успішних та невдалих місій.

Адаптація навчальних програм. На основі аналізу набутого бойового досвіду необхідно постійно оновлювати та адаптувати навчальні програми для екіпажів БМ. Програми повинні враховувати сучасні тенденції розвитку військової техніки, нові тактичні прийоми та засоби протидії.

Підготовка кваліфікованих інструкторів, які мають практичний досвід застосування БМ та володіють сучасними методиками навчання, є ключовим фактором успіху. Необхідно створити систему їхньої підготовки та постійного підвищення кваліфікації. Залучення військовослужбовців, які мають реальний бойовий досвід, до процесу підготовки нових екіпажів є надзвичайно цінним. Їхні практичні знання та навички можуть слугувати реальним прикладом дій та значно підвищити якість навчання.

Використання сучасних тренажерних комплексів дозволяє відпрацьовувати дії кожного члену екіпажу в умовах, максимально наближених до бойових, без ризику втрати техніки та особового складу. Це також сприяє засвоєнню навичок дій в екстремальних ситуаціях та підвищує рівень злагодженості екіпажу.

Розвиток мережі спеціалізованих навчальних центрів, оснащених сучасною матеріально-технічною базою та укомплектованих кваліфікованим інструкторським складом, є необхідною умовою для адаптації навчального процесу до вимог сьогодення та забезпечення якісної підготовки необхідної кількості екіпажів БМ.

Співпраця з цивільними фахівцями, які мають глибокі знання в галузі машинобудування, розробки та виготовлення озброєння БМ, засобів управління вогнем та захисту від протидії противника, а також взаємодія з вітчизняними виробниками бронетехніки, може суттєво сприяти впровадженню новітніх технологій та методик у процес підготовки екіпажів БМ.

Подальший розвиток процесу підготовки екіпажів БМ залишається важливим завданням. Урахування вітчизняного бойового досвіду, міжнародних практик застосування БМ, використання сучасних технологій та залучення кваліфікованих фахівців є ключовими факторами успіху.

ГАРМОНІЗАЦІЯ ВІЙСЬКОВО-ЕКОЛОГІЧНОЇ ЗАКОНОДАВЧОЇ БАЗИ ДО СТАНДАРТІВ АЛЬЯНСУ: ВІД ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ВІЙСЬК (СИЛ) ДО ЕКОЛОГІЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ

Науменко О.С., Дядченко В.В.

Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

На даний час проблемним питанням є уніфікація військово-екологічної законодавчої бази до стандартів Альянсу. Але і є кроки вирішення цього питання.

1. Насамперед потрібно оцінити поточний стан законодавства, де першим кроком є детальний аналіз існуючої військово-екологічної законодавчої бази. Це може включати ідентифікацію розбіжностей між національним законодавством та стандартами НАТО.
2. Наступним кроком може бути залучення експертів з обох сторін, національних фахівців з екологічного та військового права, а також міжнародних експертів з НАТО. Це дозволить забезпечити всебічний підхід до гармонізації.
3. Також потрібно модернізувати законодавство внесення змін до існуючих законів та підзаконних актів з метою приведення їх у відповідність до стандартів НАТО. Воно може включати як прийняття нових законів, так і внесення змін до чинних.

В нашій країні це практикується але дуже важливим кроком є активна співпраця з країнами-членами НАТО для обміну досвідом та кращими практиками у сфері військової екології. Даний крок включає участь у спільних навчаннях, семінарах та робочих групах. Також в цей крок можна віднести навчання та підвищення кваліфікації, де основою цього кроку є організація навчальних програм для військових та фахівців щодо нових вимог і стандартів. Далі може бути адаптація до нових викликів де потрібно постійно оновлювати законодавчу базу з урахуванням викликів та загроз, таких як зміна клімату, нові технології та інші фактори, що можуть впливати на військово-екологічну безпеку.

20 липня 2022 року було прийнято та надано чинності наказом начальника Управління стандартизації, кодифікації та каталогізації військовий стандарт ВСТ 01.107.004 (1) " Система управління екологічною безпекою військ (сил) під час військової діяльності (STANAG 2583 Ed.2 AJEPP-3 Ed. A, Environmental management system in NATO operations, MOD). 20 листопада 2024 року вийшло третє видання STANAG 2583 Ed 3 / AJEPP-3 Ed. B, Environmental management system in NATO military activities, MOD, тому для модернізації та гармонізації військово-екологічної законодавчої бази до стандартів Альянсу, було прийнято рішення та нами розроблено проект ВСТ 011.004 (2) Екологічна безпека та цивільний захист. Система управління екологічною безпекою військ (сил) під час військової діяльності.

ІМПЛЕМЕНТАЦІЯ УКРАЇНОЮ СТАНДАРТІВ НАТО У СФЕРІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГЕНДЕРНОЇ РІВНОСТІ

Наумчук Р.М., Леонтєва Л.В.
Військово-юридичний інститут
Національного юридичного університету, м. Харків

Вступ України до НАТО у теперішній час є основною стратегічною метою для розбудови, як сучасної контрактної армії, так і міцної демократичної держави. Це прагнення закріплене у низці нормативно-правових актів таких як: Конституція України та «Стратегія воєнної безпеки України». Відповідно до цих актів Україна прагне підвищувати співпрацю з країнами членами НАТО, та у перспективі вступити до Організації Північноатлантичного договору.

Україна, як і решта цивілізованих держави, що додержуються принципів верховенства права, прагне досягнути рівності у всіх сферах людської діяльності, включаючи й військову.

Країни-учасниці Північноатлантичного договору розпочали свій шлях до розвитку гендерної політики з прийняттям у 2007 році політики щодо виконання Резолюцію Ради Безпеки ООН 1325 «Жінки, мир і безпека». Імплементація цієї політики відображеною в Розпорядженні Кабінету Міністрів України Про затвердження Національного плану дій з виконання резолюції Ради Безпеки ООН 1325 "Жінки, мир, безпека" на період до 2020 року. Враховуючи наше євроатлантичне прагнення, країни-члени Альянсу, під егідою Комісії НАТО-Україна визначили основні шляхи розвитку та дії щодо подолання проблеми з урахуванням рекомендацій НАТО. Відповідними рішеннями на це розпорядження та роботу комісії стало прийняття Закону України "Про внесення змін до деяких законів України щодо забезпечення рівних прав і можливостей жінок і чоловіків під час проходження військової служби у Збройних Силах України та інших військових формуваннях".

Закон дав потужний поштовх до створення рівності у бойових посадах для жінок сержантського складу, дозволив дівчатам вступати на навчання до військових та військово-морських ліцеїв, що сприяло популяризації військової освіти серед молоді.

Слід зазначити що були внесенні відповідні зміни до статутів ЗСУ а саме: у Статуті внутрішньої служби ЗСУ внесено зміни до загальних обов'язків військовослужбовців, які сприяють викоріненню дискримінації за ознакою статі, зміни торкнулись й обов'язків командира який тепер відповідає за додержання принципу забезпечення рівних прав та можливостей жінок і чоловіків у службовій діяльності. Проведено ряд навчальних заходів для фахівців сектору безпеки і оборони, просвітницьких заходів для населення; продовжено фахову підготовку кадрів центральних та місцевих органів виконавчої влади з питань порядку денного "Жінки, мир, безпека"

ВАГОМІСТЬ СПЕЦОДЯГУ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ У КОМПЛЕКСІ БОЙОВОГО ЕКІПІРУВАННЯ

Ніколайчук Л.Г.
Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, м. Львів

Комплекс бойового екіпірування включає: систему ураження (зброя, засоби ураження та розвідки); систему управління (засоби зв'язку, цілевказання та навігації); систему захисту (засоби бронезахисту та спецодяг); систему енергозабезпечення (засоби автономного енергозабепечення); систему життєзабезпечення (медичні засоби, спецспорядження).

Камуфляжний спецодяг – це один з найвагоміших факторів бойової готовності та найголовніший чинник виживання. Сьогодні науковцями ведуться пошуки найновіших методів і форм матеріального забезпечення, створення побутових умов на рівні достатньої комфортності для військовослужбовців Збройних Сил України. У побуті військовослужбовців одяг зокрема та екіпірування в цілому посідає значне місце. Військова форма застосовується для захисту тіла від несприятливих впливів зовнішнього середовища, холоду, надмірної сонячної радіації, вітру, дощу та снігу. Також захищає тіло людини від механічних ушкоджень, від пилу, бруду та укусів різних комах. Військова форма має також і естетичне значення, тому що вона прикрашає людину і дає можливість розпізнавати військовослужбовців служб, а також за їх військовими званнями.

Польова форма одягу повинна полегшувати бойову діяльність військовослужбовців: маскувати їх на місцевості, бути зручною при обслуговуванні бойової техніки і озброєння, не заважати при подоланні різних перешкод у тому числі і водних, лісистих, болотистих місць, гір та інших. Однак найважливіше значення одягу є зниження втрат тепла організмом людини і забезпечення найсприятливіших умов для підтримки температури тіла на постійному рівні. Одяг закриває більш як 80% поверхні тіла людини. З його допомогою навкруг тіла утворюється штучний клімат (мікроклімат), який повинен бути найбільш сприятливим (комфортним). За родом своєї бойової діяльності військовослужбовці значний час повинні знаходитись поза приміщеннями і в польових умовах, де вони підпадають під різкі зміни температур та вплив атмосферних опадів.

Маскувальне обмундирування із камуфляжним забарвленням має досить широкий спектр застосування. Це, серед іншого, ідеальний одяг для снайперів, який дозволяє їм залишатися непомітними. Серед найбільш часто використовуваних видів маскувального одягу варто відзначити головні убори, маскувальні куртки, костюми, накидки, халати тощо.

Таким чином, наукові розробки щодо удосконалення військового одягу та екіпірування і надалі залишаються першочерговими. Тим більше в умовах сьогоднішньої російсько-української війни.

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ДЕТЕКТОРНИХ СИСТЕМАХ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ТОКСИЧНИХ ХІМІЧНИХ РЕЧОВИН

Новіков О.І., Виноградський І.В.

Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У роботі розглянуто питання, щодо можливостей сучасних технологій дослідження речовини та їх вплив на здатність визначення токсичних хімічних речовин.

Кожна з цих технологій має свої переваги та недоліки, які обговорюються у роботі, і включають інфрачервону (ІЧ), раман-спектроскопію, а також мас-спектрометрію та спектрометрію рухливості іонів (IMS). Застосування цих методів можливе в сучасних стаціонарних лабораторіях та портативних приладах для визначення, наприклад, отруйних речовин та токсичних промислових хімікатів.

ІЧ-спектроскопія є одним із потужних аналітичних методів. За своїми можливостями метод є майже універсальним. Зразки можуть бути рідкими, твердими або газоподібними. Найчастіше використовують ІЧ-детектори для встановлення наявності функціональних груп.

За своїми теоретичними основами до методу ІЧ-спектроскопії дуже близька раманівська спектроскопія. Коли монохроматичне випромінювання проходить крізь прозоре середовище, будь-які наявні хімічні речовини розсіюють частину світла в різних напрямках. У разі використання лазерних джерел випромінювання можна отримувати спектри менш концентрованих розчинів, а також записувати спектри газів, порошків, сильно забарвлених розчинів.

Суттєва відмінність мас-спектрометрії від інших технологій, полягає у тому, що найбільш розповсюджені спектроскопічні методи детектують випромінювання або поглинання енергії молекулами чи атомами, а мас-спектрометрія має справу з самими частинками речовини. Метод мас-спектрометрії заснований на сортуванні за масою під дією електричного і магнітного поля іонів, отриманих під час іонізації речовини, з метою вимірювання мас і встановлення відносної кількості іонів з даною масою, і дозволяє робити висновки щодо складу і будови молекул речовини.

Як метод мас-спектрометрії, який не вимагає вакууму і широко застосовується в аналізі токсичних промислових хімікатів, виявлення отруйних речовин можливо розглянути спектрометрію рухливості іонів (IMS). Детектори на базі IMS здатні виявляти та ідентифікувати парову фазу токсичних хімічних речовин та продукти її розпаду, вони є портативними та високочутливими, мають низькі межі виявлення та забезпечують швидкий аналіз та реагування. В даний час технологія мобільності іонів переважно використовується для польового виявлення отруйних та вибухових речовин.

СПІВПРАЦЯ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ ТА ВОЛОНТЕРСЬКИХ ОРГАНІЗАЦІЙ (ВОЛОНТЕРІВ)

Онда В.В., Куртов А.І.
Кафедра підготовки офіцерів запасу
Військово- юридичного інституту
Національного юридичного університету
імені Ярослава Мудрого, м. Харків

У сучасному світі ефективність обороноздатності держави визначається не лише рівнем технічного забезпечення та підготовкою армії, але й ступенем взаємодії з суспільством. Україна, опинившись перед викликом війни, продемонструвала унікальний приклад скоординованої взаємодії між Збройними Силами України (ЗСУ) та волонтерськими організаціями. Данна співпраця стала фундаментом для збереження територіальної цілісності та підтримки національного духу. Співпраця між ЗСУ та волонтерами будувалась через різноманітні форми: матеріально-технічне забезпечення, підтримка в інформаційному полі, медична та психологічна допомога, логістичне забезпечення.

Особливо важливими стали постачання автомобілів, дронів, засобів зв'язку, медикаментів, їжі, а також евакуації поранених та доставка гуманітарної допомоги людям які перебувають у прифронтових місцях. Успішна взаємодія стала можливою завдяки створенню центрів які координують допомогу, платформ обміну інформацією між ЗСУ та волонтерами, мобільних додатків, які дозволяють передавати запити та звіти, та оперативно допомагають закривати збори які організовують волонтери.

Допомога від волонтерів має не лише практичний, а й потужний психологічний ефект. Для військових вона є знаком підтримки, турботи, морального підсилення та почуттями, що про них не забули. Для суспільства - це можливість бути причетним до оборони держави. Таким чином, волонтерство формує зв'язки довіри. Серед основних проблем - нерідко відсутність системної координації, правовий вакуум щодо статусу волонтерів, ризики вигорання. Проте, перспективи є надзвичайно позитивними: розвиток інновацій у логістиці та медичному забезпеченні, створення державних програм підтримки. Співпраця ЗСУ та волонтерів стала унікальним явищем, що підтверджує силу громадянського суспільства України.

Завдяки цій взаємодії армія отримала неоціненну підтримку, а суспільство - механізм прямої участі у захисті Батьківщини. Цей досвід є основою для майбутнього розвитку оборонної системи України на принципах відкритості, довіри та єдності.

ВПРОВАДЖЕННЯ СУЧАСНИХ МЕРЕЖЕВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ТА УПРАВЛІННЯ ПАРАМЕТРАМИ КРИТИЧНО ВАЖЛИВИХ ВУЗЛІВ КОРАБЛЯ

Павлишинець С.О ., Шапо В.Ф.
Інститут Військово-морських Сил Національного університету "Одеська морська академія", м. Одеса

Мережа передавання даних корабля є його невід'ємною частиною, виконуючи широкий спектр функцій: від інформаційного забезпечення безпеки екіпажу та живучості самого корабля до контролю параметрів вузлів та агрегатів. Тому інтеграція новітніх мережевих технологій та протоколів передавання даних в морській індустрії є вкрай важливими. Ключовими характеристиками мережевого обладнання корабля є мінімальний час реакції на події, необхідна швидкість передачі даних, живучість мережі (здатність зберігати працездатність в складних умовах за рахунок певної надлишковості обладнання), можливість модернізації та швидкого ремонту. Велике значення має і вартість впровадження та подальшої експлуатації.

Багато кораблів, що експлуатуються по всьому світу, використовують класичні технології для побудови суднових мереж. Так, технологія Profibus використовується для підключення датчиків та виконавчих механізмів до центральної системи керування. Зараз вона відходить у минуле (її витісняє Profinet), як і деякі інші, замінюючись більш сучасними. Саме застарілі морально кораблі потребують удосконалення та часто є полем випробувань для модернізації та інтеграції нових мережевих технологій зі старими для визначення їх сумісності та практичного застосування.

Новітнє мережеве обладнання, що встановлюється на сучасні цивільні судна та військові кораблі, надає принципово нові можливості. Так, технологія Ethernet Powerlink розширює можливості технології Ethernet до застосування у реальному часі, що робить її вдалим вибором для модернізації існуючого мережевого обладнання корабля і забезпечує гарантовану передачу критично важливих даних, синхронізацію всіх вузлів з високою точністю. Час циклу опитування – 200 мкс (допустиме відхилення 1 мкс).

Технологія CAN (Controller Area Network) призначена для організації надійних та недорогих каналів зв'язку у розподілених системах керування зі швидкістю передачі даних 1 Мбіт/с на відстані до 40 м та використовується як зв'язна ланка між головною магістраллю та множиною допоміжних датчиків, підключення яких напряму до головної мережі нераціонально. Технологія CAN FD (CAN Flexible Data-Rate) є логічним продовженням і удосконаленням оригінальної шини CAN. Збільшена до 4-5 Мбіт/с швидкість передачі даних, доступність та гнучкість разом з можливістю її інтеграції до інших мережевих технологій роблять її раціональним вибором для модернізації мереж передавання даних кораблів/суден для збільшення можливостей їх систем управління. Крім вказаних технологій, доцільним є розгляд, вивчення та поступове впровадження в учбовий процес, на виробництво та на флоті технологій передавання даних EtherCAT та CC-Link.

ОСОБЛИВОСТІ ПСИХОЛОГІЧНОЇ СТІЙКОСТІ ВІЙСЬКОВО-СЛУЖБОВЦІВ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ У ВІЙНІ З РОСІЄЮ

Панфілов Ю.І., Александров В.М.
Кафедра підготовки офіцерів запасу Військово-юридичний інститут Національного юридичного університету імені Ярослава Мудрого, м. Харків

З самого початку повномасштабного вторгнення російської федерації на територію України в лютому 2022 року українські військовослужбовці виконують бойові завдання у надзвичайно складних психоемоційних умовах. Психологічна стійкість залежить від внутрішніх і зовнішніх чинників які поділяються на бойові і соціальні.

Психологічна стійкість не є сталою рисою, а формується й проявляється у взаємодії з особистісними характеристиками. Індивідуально-психологічні особливості військовослужбовців визначають не лише їхню здатність витримувати бойове навантаження, але й ефективність адаптації до умов війни, подолання стресу та посттравматичних наслідків. До них відносяться: висока емоційна стабільність, здатність справлятися з тривожними ситуаціями, здатність стримувати імпульсивні реакції та регулювати поведінку, відповідальність і сумлінність, схильність діяти організовано, з урахуванням обов'язку перед колективом і державою, здатність сприймати непередбачувані обставини без різкої втрати контролю та психоемоційної рівноваги. Індивідуальні особливості є базовим рівнем психологічної стійкості і визначають, як саме військовослужбовець реагуватиме на бойовий стрес.

Особливостями соціальних чинників психологічної стійкості в/с ЗСУ у сучасній війні з росією є високий рівень внутрішньої мотивації, що зумовлений боротьбою за власну землю, родину, народ. Українські військові демонструють глибоку мотивацію спрямовану на захист Батьківщини, що підсилює резильєнтність. Окремо слід відзначити вплив патріотичної ідентичності, яка виступає не лише джерелом мотивації, а й фактором внутрішньої опори у кризових ситуаціях.

Особливу роль відіграє феномен бойового братерства – тісні міжособистісні зв'язки в підрозділах, що формуються в умовах спільного ризику та боротьби. Така згуртованість забезпечує потужну соціальну підтримку, що є одним із найважливіших чинників психологічної стійкості. У контексті збройного конфлікту підтримка з боку найближчого оточення — родини, побратимів, а також соціального середовища — набуває життєво важливого значення. Військовослужбовці відчувають яку моральну і матеріальну підтримку здійснює народ України своїм захисникам.

Бойова підготовка — це один із основних факторів, що визначає не тільки фізичну, але й психологічну стійкість військовослужбовців. Знання тактики та алгоритмів своїх дій та дій противника, засвоєння основних навичок володіння зброєю і бойовою технікою зміцнюють впевненість у власних силах та здатності виконувати завдання, дозволяють військовослужбовцям відчути контроль над ситуацією та підготуватися до можливих стресових факторів, що, в свою чергу, знижує тривогу та страх під час реальних бойових дій.

МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ДО АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ ВИЗНАЧЕННЯ ПРІОРИТЕТНОСТІ ЦІЛЕЙ СЛУЖБОВИМИ ОСОБАМИ СЕКЦІЇ ОБ'ЄДНАНОЇ ВОГНЕВОЇ ПІДТРИМКИ

Пасько І.В.

Науково-дослідний центр ракетних військ і артилерії, м. Суми

Визначення пріоритетності груп об'єктів противника та об'єктів у групах є одним із завдань, до виконання якого залучаються службові особи секції об'єднаної вогневої підтримки (ОВгП). Основна ідея зазначеного завдання полягає у тому, щоб за напрямками дій омбр, тактичними завданнями визначити такі об'єкти, ураження яких максимально послабить можливості сил і засобів противника. Враховуючи зазначене, доцільно мати відповідну методику, яка, враховуючи обрані часткові й узагальнений показники, забезпечить можливість автоматизації найбільш трудоємких етапів визначення пріоритетності об'єктів (цілей) противника.

Запропонована методика визначення пріоритетності цілей складається із п'яти етапів. На першому етапі експертами формується перелік часткових та узагальнених показників, які впливають на визначення пріоритетності груп об'єктів противника та об'єктів у групах, а також переліки узагальнених показників. Другим етапом є визначення критеріїв вибраних показників та їх ранжування. Для визначення критеріїв часткових показників пріоритетів груп об'єктів противника доцільно застосовувати підходи методики VCDV-аналізу. Для визначення критеріїв часткових показників пріоритетності об'єктів противника в групах – підходи матриці CARVER. Третім етапом є визначення значень вагових коефіцієнтів вибраних раніше часткових показників. На четвертому етапі розраховуються значення узагальнених показників рівнів пріоритетності групи об'єктів противника та пріоритетності об'єкта противника. П'ятим етапом є ранжування групи об'єктів противника та об'єктів противника в групах за пріоритетністю. Отримані значення рівня пріоритетності груп об'єктів противника та пріоритетності об'єктів у групах розміщуються в кортеж від максимального до мінімального. Найбільший пріоритет буде мати група (об'єкт в групі) з максимальним значенням пріоритетності.

Таким чином, запропонована методика є універсальною. Вона ґрунтується на основі відомих методів і може бути реалізована в спеціальному програмному забезпеченні автоматизованих робочих місць службових осіб секції ОВгП. На відміну від існуючих, зазначена методика дозволяє забезпечити автоматизацію окремих процесів визначення наземних цілей, що у свою чергу дозволить скоротити час розроблення переліків (списків) важливих і критичних об'єктів ураження противника.

ПІДХІД ДО ВИЗНАЧЕННЯ НАПРЯМІВ ПЕРЕОЗБРОЄННЯ ПІДРОЗДІЛІВ АРТИЛЕРІЇ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

Пасько О.І.

Науково-дослідний центр ракетних військ і артилерії, м. Суми

Аналіз досвіду застосування артилерійських гармат у російсько-українській війні свідчить, що на даний час на озброєнні частин та підрозділів артилерії Сухопутних військ (СВ) Збройних Сил (ЗС) України перебувають зразки озброєння, які різняться калібром, дальністю стрільби, швидкострільністю, точністю стрільби, можливістю використання різних типів пострілів та (у тому числі високоточних), країною виробником, роками виробництва, термінами експлуатації тощо.

Використання різнотипних артилерійських гармат певною мірою зумовлює складність організації логістичного забезпечення, підготовки обслуг тощо. Отже, потребує оптимізації перелік гармат, якими в перспективі буде оснащено артилерійські підрозділи СВ ЗС України.

Формування пропозицій щодо переозброєння підрозділів артилерії доцільно здійснювати з використанням методики визначення пріоритетних напрямів переозброєння підрозділів артилерії СВ ЗС України. Запропонована методика ґрунтується на основі відомих методів: експертного оцінювання; теорії бойової ефективності; оцінювання показників надійності; воєнно-економічного аналізу тощо. Вона складається із шести етапів.

На першому етапі експертами формується перелік показників, які впливають на пріоритетність напряму переозброєння за групами оперативного і тактичного призначення. На другому – проводиться визначення значень комплексних показників рівня бойових, експлуатаційних можливостей та можливостей забезпечення подальшого утримання гармати, яка розглядається як варіант для переозброєння. У якості кількісних значень показників еталонного зразка можна вибирати ті, які визначено у затверджених оперативно-тактичних вимогах до відповідних типів гармат. На третьому етапі експерти визначають значення вагових коефіцієнтів показників, які впливають на величину рівня розвитку гармати. Потім розраховуються величини рівня розвитку та рівня фінансових витрат для кожної гармати, яка розглядається як варіант для переозброєння. На п'ятому етапі здійснюється визначення значення узагальненого показника пріоритетності вибору гармати з урахуванням показника рівня фінансових витрат і проводиться ранжування значень пріоритетності зразків озброєння. Результатом шостого етапу є визначення найбільш доцільного напряму переозброєння з тієї категорії гармат, що розглядались (причіпні, самохідні).

Таким чином, запропонована удосконалена методика визначення пріоритетних напрямів переозброєння підрозділів артилерії СВ ЗС України є універсальною і, на відміну від існуючих, дозволяє визначати перевагу гармати порівняно з іншими за величиною відношення ефективність-вартість. Крім того, зазначена методика може використовуватися під час обґрунтування оперативно-тактичних вимог до перспективних самохідних та причіпних гармат.

СУЧАСНІ ШЛЯХИ ПРОТИМІННОГО ЗАХИСТУ БОЙОВИХ МАШИН

Пашуба А.С., Мітров В.С., Ірочко В.С.
Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Досвід повномасштабного вторгнення російської федерації показує, що застосування інженерних загороджень вибухового типу, російськими військами має значне розповсюдження. Крім того, росіяни постійно вдосконалюють конструкції інженерних боєприпасів та порядок їх встановлення. Основними характеристиками мінної боротьби є обхід мінного поля та прохід через нього. Враховуючи відмічене та геометричні характеристики вибухових загороджень, в поєднанні з тактичною обстановкою, обхід мінного поля часто буває недоцільним.

Прохід через заміновану ділянку, в більшості випадків, передбачає знешкодження інженерних боєприпасів, які встановлені противником. Успіх в організації та здійсненні вказаних заходів передбачає розробку та реалізацію технічних рішень щодо просуванню військ в вибухово-небезпечних умовах. Окрім відміченого, на поточний період часу, розвиток та вдосконалення протимінного захисту має два основних напрямки розвитку:1)розробку засобів оснащення броньованої техніки щодо знищення інженерних боєприпасів (вибухових пристроїв), які знищуються в заданому напрямку руху бойової броньованої машини; 2) нарощування інженерних ідей, щодо виключення та мінімізації поранень, загибелі, каліцтв, екіпажів бойових машин при наїзді на протитанкові міни, а також, збереження озброєння та військово-технічного майна комплекту військової техніки.

Найбільш поширеним обладнанням розмінування є мінні трали, які являють собою найдавніший механізм. Основним завданням тралів є знищення (забезпечення) протипіхотних та протитанкових мін на деякій дистанції від ББМ. Основою роботи мінних тралів є каткова та ножова (комбінована), або ударна дія на всі типи мін щодо їх підриву (знешкодження). Основними недоліками застосування тралів є їх відносно невеликий ресурс (до 5-ти протитанкових мін) та велика маса. Останнє знижує маневренність та передбачає складну технічну інженерно-технічну підготовку. Інший, більш новітній спосіб колійного розмінування-це безконтактно-ударний у вигляді детонаційних гармат, які розміщуються попереду броньованої машини розмінування. У цьому способі знешкодження міни забезпечується під дією серії направлених вибухів горючих газових зарядів. На відміну від коткових, ножових та ударних (бойкових) тралів, така система розмінування не призводить до опору руху бойової машини. До недоліків безконтактно-ударного розмінування слід віднести шумові супроводження під час роботи та висока ймовірність підняття пилу попереду машини, що ускладнить її керування. Але у бойових умовах ці фактори не є вагомими.

ОЦІНКА ТА ПІДВИЩЕННЯ РЕМОНТОПРИДАТНОСТІ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ ВІЙСЬКОВОЇ КОЛІСНОЇ ТЕХНІКИ

Пришляк І.В., Буряк Є.П., Биков О.М., Гречіхін А.О.
Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Відновлення колісної техніки є багатогранним процесом. Одне з питань відновлення передбачає системний підхід до всіх явищ і процесів, які пов'язані з відновленням працездатності двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ). Предметом оцінки та підвищення ремонтопридатності двигунів внутрішнього згоряння є комплекс проблем, вирішення яких дозволило б перетворити сферу ремонту колісної техніки в ефективну область виробничої діяльності. Рівень ремонтопридатності двигунів внутрішнього згоряння і їх механізмів і систем багато в чому визначається об'єктивністю системи нормативів, що регламентують забезпечення ремонтопридатності на етапах розрахунку, проектування, виробництва, експлуатації та ремонту колісної техніки.

У доповіді наведено результати аналізу досліджень роботи двигуна внутрішнього згоряння, що встановлюють можливі пошкодження, які класифікуються за певними ознаками. В окрему класифікаційну групу виділяються пошкодження, за якими двигун є неремонтопридатним. Одночасно фіксуються напрацювання до появи того чи іншого ушкодження. Дослідження і аналіз проведено для доремонтного і міжремонтний напрацювань ДВЗ і покладені в основу оцінки та підвищення ремонтопридатності двигунів.

Також розглядаються аналіз колісної техніки, експлуатаційні властивості двигунів внутрішнього згорання; факторі, шо впливають на технічний стан и експлуатаційні властивості двигунів внутрішнього згорання; аналізується втрата працездатності (взаємозв'язку) від технічного обслуговування та стратегії поточно ремонту двигунів внутрішнього згорання колісної техніки.

Прогнозуються показники ремонтопридатності ДВЗ, прогнозуються процедури оцінювання показників ремонтопридатності, які пов'язані з обґрунтуванням комплексних показників конструктивне-експлуатаційних особливостей ДВЗ, що несуть в собі інформацію про можливу їх працездатності.

Наводяться пропозиції відносно підвищення ремонтопридатності двигунів внутрішнього згорання колісної техніки.

В аспекте інтелектуалізації і роботизації колісної техніки [1]. пропонується необхідний попередній збір параметрів діагностування систем та механізмів ДВЗ з урахуванням широкого діапазону простору його станів, що дозволяє підвищить ремонтопридатність ДВЗ.

Література: 1. Ковтунов Ю.О., Пронін С.В. Застосування мультиагентних систем у керуванні рухом транспортних засобів. - "Інформаційні технології і мехатроніка: освіта, наука та працевлаштування: збірник наукових праць за матеріалами міжнародної науково-практичної конференції", Харків, 20 – 21 квітня 2016 р. – Х.: ФОП Бровін О.В., 2016

РОЗРОБЛЕННЯ ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ РЕМОНТНО-ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ БАТАЛЬЙОНІВ МЕХАНІЗОВАНИХ БРИГАД В НАСТУПАЛЬНОМУ БОЮ З ВРАХУВАННЯМ ВПРОВАДЖЕННЯ БОЙОВОГО ДОСВІДУ

Прокопенко Я.В., доцент Акіншин О.Г., к.т.н. доцент Задорожний А.О.
Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Пропозиції щодо ефективності застосування ремонтно-відновлювальних батальйонів механізованих бригад в наступальному бою з урахуванням впровадження бойового досвіду є важливою складовою забезпечення боєздатності підрозділів Збройних Сил України. Ключовми аспектами, що можуть бути використані при формулюванні пропозицій є оперативна мобільність та евакуація техніки, маскування та захист ремонтних майстерень, використання трофейної техніки, інтеграція з іншими підрозділами, професійна підготовка особового складу з проведенням аналізу та впровадження бойового досвіду, підвищення ефективності проведення поточних та середніх ремонтів через модернізацію обладнання та техніки.

У наступальному бою важливо забезпечити швидку евакуацію пошкодженої техніки з поля бою.

Ремонтні майстерні повинні бути розміщені в танко недоступних та добре укритих від повітряного спостереження районах. У разі відсутності природних укриттів необхідно створювати штучні укриття та ретельно маскувати місце розташування. Охорону і оборону ремонтних майстерень організовують їх начальники силами особового складу майстрових із залученням водіїв ремонтованих машин.

Відновлення та використання трофейної техніки може значно посилити бойові можливості підрозділів. Фахівці ремонтних батальйонів відновлюють здобуту в боях ворожу техніку, що дозволяє використовувати її проти ворога.

Ремонтно-відновлювальні батальйони повинні бути інтегровані з іншими підрозділами бригади для забезпечення ефективного виконання завдань.

Особовий склад ремонтно-відновлювальних батальйонів повинен мати високий рівень професійної підготовки та бойового досвіду.

Постійний аналіз бойового досвіду та впровадження отриманих знань у практичну діяльність є необхідними для підвищення ефективності роботи ремонтно-відновлювальних батальйонів.

Модернізація ремонтних підрозділів, включаючи оснащення сучасним обладнанням та засобами зв'язку, може значно підвищити їх ефективність у наступальному бою.

Ефективне застосування ремонтно-відновлювальних батальйонів у наступальному бою є критично важливим для забезпечення безперервної боєздатності механізованих бригад. Врахування бойового досвіду, інтеграція з іншими підрозділами, використання трофейної техніки та постійне вдосконалення процесів ремонту сприятимуть успішному виконанню бойових завдань.

ВИКОРИСТАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ЛОГІСТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВІЙСЬКОВИХ ПІДРОЗДІЛІВ

Прокошин В.П., старший викладач Бабкін Ю.В.,
к.т.н. доцент Задорожний А.О.
Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Використання безпілотних літальних апаратів (БПЛА) для оптимізації логістичного забезпечення військових підрозділів є важливим напрямом розвитку сучасних збройних сил, зокрема Збройних Сил України (ЗСУ). Безпілотні літальні апарати (БПЛА) стали ключовим елементом сучасних бойових дій. Спочатку їхнє застосування було зосереджене на розвідці, але з часом функціональність БПЛА розширилася, включаючи в себе логістичне забезпечення військ. Для проведення рекогносцировки БПЛА дозволяють отримувати актуальну інформацію про ситуацію на місцевості, що є важливим для планування логістичних операцій та забезпечення безпеки постачання.

Сучасні конструкції БПЛА можуть забезпечувати ефективну доставку матеріально-технічних засобів, евакуацію поранених та моніторинг ситуації на полі бою, що значно підвищує оперативність і безпеку військових операцій.

Вантажні БПЛА можуть суттєво скоротити час оперативно доставляти боєприпаси, медичне обладнання, воду та інші необхідні матеріали до передових позицій, особливо в умовах, коли традиційні шляхи постачання заблоковані або небезпечні. Наприклад, розробка системи доставки матеріально-технічних засобів для логістичних підрозділів Сил ЗСУ з використанням вантажних БПЛА, що дозволить ефективно вирішувати завдання оперативної доставки запасних частин та інших матеріалів.

До переваг використання вантажних БПЛА в логістиці можна віднести швидкість та автономність доставки вантажів. Зменшення втрат серед особового складу при виконанні логістичних операцій. Здатність гнучко працювати в умовах повітряної, наземної блокади з можливістю адаптації до зміни ситуації на полі бою.

До недоліків обмеження застосування можна БПЛА можна віднести обмежену вантажопідйомність переважно до 50 кг, що обмежує можливості доставки важких вантажів. Залежність від погодних умов, що можуть впливати на ефективність використання БПЛА. Ризик перехоплення та можливість втрати БПЛА через дії противника або технічні несправності.

До перспектив розвитку сучасних конструкцій БПЛА можна додати подальше впровадження штучного інтелекту для автономної логістики. Збільшення вантажопідйомності та дальності польоту. Інтеграція з бойовими системами управління (С2). Створення спеціалізованих логістичних дронів, таких як повітряних, наземних та водних для різних потреб ЗСУ.

Таким чином БПЛА суттєво змінюють підходи до логістичного забезпечення військ. Інвестування в розвиток цієї сфери може суттєво підвищити боєздатність підрозділів та знизити ризики для особового складу.

УМОВИ МОДЕЛЮВАННЯ ДІЙ ПІДРОЗДІЛІВ ЛОГІСТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ЗАХОДІВ ВІДНОВЛЕННЯ ПОШКОДЖЕНОЇ ТЕХНІКИ В БОЙОВИХ УМОВАХ

Радіонов С.С., Задорожний А.О., Акіншин О.Г.
Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Моделювання бойових дій підрозділів логістичного забезпечення є важливим аспектом планування та здійснення операцій, оскільки дозволяє прогнозувати та оптимізувати всі процеси, пов'язані з постачанням ресурсів, технічним обслуговуванням, ремонтом та евакуацією, а також мінімізувати ризики у складних бойових умовах. Враховуючи те, що логістичні підрозділи є основою боєздатності Збройних Сил України, моделювання таких процесів є необхідним для досягнення оперативної ефективності.

Підрозділи логістичного забезпечення виконують функцію ремонту та технічного обслуговування техніки. В умовах бойових дій техніка зазнає значних пошкоджень, і її своєчасне відновлення є важливим для підтримки боєздатності. Логістичні підрозділи забезпечують виїзд мобільних ремонтних бригад, що надають ремонтні послуги безпосередньо в зоні бойових дій.

Підрозділи логістичного забезпечення виконують завдання з евакуації пошкодженої техніки. Підрозділи логістичного забезпечення організовують транспортування пошкодженої техніки до баз ремонту та обслуговування або на тимчасові позиції для ремонту на місці, що дозволяє зберігати й відновлювати важливу техніку, що підвищує загальну боєздатність підрозділів.

Планування безперебійного постачання боєприпасів, пального, води та продовольства є необхідною умовою для ведення тривалих бойових дій. Логістичні підрозділи забезпечують ці ресурси на всіх етапах проведення бойових операцій, навіть у найскладніших умовах. Це вимагає ретельного планування та координації для забезпечення їх доставки в зону бойових дій, де умови можуть бути складними та небезпечними. Це важливо для підтримання високого морального духу та ефективної роботи війська.

Організація стабільного зв'язку між різними підрозділами на всіх рівнях також входять у задачі підрозділів логістичного забезпечення. У сучасних бойових умовах ефективний зв'язок є критичним для координації дій, управління підрозділами, та забезпечення безпеки при виконанні підрозділами бойових завдань.

Підрозділи логістичного забезпечення виконують завдання щодо організації захисту тилових районів і транспортних шляхів постачання. Це включає в себе охорону складів, маршрути транспортування військового та техніки, а також протидію диверсіям і атакам з боку противника.

Основною метою моделювання дій підрозділів логістичного забезпечення є створення реалістичних сценаріїв, які дозволяють виявити потенційні проблеми, розрахувати ресурси та визначити оптимальні шляхи їх доставки. Моделювання дозволяє передбачити можливі труднощі, підготуватися до них і, в разі необхідності, внести корективи у стратегію чи тактику.

ХАРАКТЕРИСТИКА ТА НАСЛІДКИ ВТОРИННИХ РАДІОАКТИВНИХ ЗАБРУДНЕНЬ

Радченко І.О., Дядченко А.В., Сінько В.В., Сарай В.В.
Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Вторинним забрудненням слід вважати перехід радіоактивних речовин із раніше забрудненого об'єкта на чистий (незабруднений) або забруднений меншою мірою.

Досвід Чорнобиля показав, що той самий об'єкт може за рахунок вторинних процесів забруднюватися кілька разів. У умовах вторинне забруднення стає багаторазовим.

Так, радіоактивні речовини можуть із місцевості, споруд, транспорту і особливо доріг, на противагу первинному радіоактивному забрудненню, знову перетворюється на повітряне середовище, та був осідає чи осідати, забруднюючи як джерело самого забруднення, але раніше незабруднених об'єктів.

В умовах Чорнобиля подібний процес у суху погоду повторюється щодня.

Найімовірніші масові шляхи міграції радіонуклідів, що викликають вторинне забруднення. Не виключені, проте, інші можливості вторинного радіоактивного забруднення; наприклад, забруднений нескошений трав'яний покрив перетворюється на ґрунт, забруднюючи землю.

При пожежі лісу радіонукліди перетворюються на дим і золу, забруднюючи повітря та поверхню землі.

Використання забруднених дров обумовлює забруднення димоходу печей, що не піддається дезактивації.

Завезення до населених пунктів сіна, дров, торфу, а також випас худоби, повернення сільськогосподарської техніки після польових робіт – ці та інші джерела вторинного забруднення в Чорнобилі призводили до відновлення рівня радіоактивного забруднення тих об'єктів, які раніше зазнали дезактивації, особливо це стосувалося населених пунктів.

Дерева вловлюють радіоактивні частинки, а дощ змиває їх на землю, потім вони проникають у глиб ґрунту, а сприяють цьому процесу черв'яки, які переносні радіоактивне забруднення на глибину до тридцяти сантиметрів.

Крім того, радіоактивне забруднення, що знаходяться на поверхні землі, поширюються комахами, мурахами, мухами, метеликами.

Перенесення радіонуклідів по харчовому ланцюгу складний та неоднозначний процес, він залежить від форми радіонуклідів, дисперсного складу, особливостей біомаси та інших умов.

Деякі ланки ланцюга в умовах масового радіоактивного забруднення після Чорнобильської катастрофи набули часом більш важливого значення порівняно з первинним радіоактивним забрудненням.

За масштабами та наслідками особливого значення набуває радіоактивне забруднення місцевості, як джерело вторинного забруднення.

ПРИНЦИПИ ВЕДЕННЯ ВІЙНИ ЗА СТАНДАРТАМИ НАТО

Ролін І.Ф., Прилипко В.В., Тулуб А.Ю.
Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В країнах Північноатлантичного альянсу зазначається, що принципи ведення війни, операцій та бойових дій (далі – принципи війни) є найбільш вагомим нефізичним фактором, що впливає на успіх операцій на стратегічному, оперативному та тактичному рівнях. Вперше засади (або принципи) ведення операцій US Arme були опубліковані після Першої світової війни. З тих пір вносились лише незначні зміни, виходячи з аналітичних, практичних даних та досвіду і наразі використовуються на всіх рівнях управління в арміях держав-членів НАТО. В різних публікаціях ці засади можуть мати різну послідовність та незначні відмінності в інтерпретації. Втім їх основний зміст по суті залишається незмінним.

1). Цілеспрямованість – спрямовуйте кожну військову операцію на чітко визначену, головну ціль, яку реально досягти.

2). Підтримання бойового духу – розвивайте й всіляко підтримуйте волю, необхідну для досягнення бажаного стратегічного кінцевого стану.

3). Наступальний характер дій – захоплюйте, утримуйте та використовуйте ініціативу.

4). Зосередження зусиль (масування) – концентруйте (масуйте) бойову потужність у правильному місці та часі.

5). Економія сил – призначайте мінімальну кількість сил та засобів для допоміжного удару.

6). Маневр (гнучкість) – примусьте ворога зайняти невигідне положення, використовуючи гнучкість застосування бойової потужності.

7). Єдність командування та єдиноначальність – для досягнення кожної цілі використовуйте єдність дій під керівництвом одного відповідального командира.

8). Безпека – ніколи не дозволяйте ворогу отримувати раптову перевагу.

9). Раптовість – завдайте удар у час, спосіб та в місці, коли і де ворог до цього не готовий.

10). Простота – плани і накази повинні бути простими і однозначними.

Засновані на досвіді минулих кампаній, операцій, битв та боїв, засади ведення операцій становлять потужні аналітичні інструменти. Втім вони застосовуються залежно від конкретної ситуації. Їх найбільша цінність полягає у навчанні офіцерів та сержантів.

Популяризація зазначених принципів війни в органах військового управління сил оборони України може стати важливим нематеріальним чинником нашої перемоги над агресором.

ВИКОРИСТАННЯ НАТОВСЬКИХ ПРОЦЕДУР ДЛЯ УДОСКОНАЛЕННЯ УПРАВЛІННЯ БОЄМ

Ролін І.Ф., Прилипко В.В., Тулуб А.Ю.

Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Аналіз бойового досвіду свідчить про те, що значна кількість командирів батальйонної ланки не достатньо обізнані у процедурах прийняття раціональних рішень. Результатом цього може бути прийняття необґрунтованих рішень. Бойові накази підміняються бойовими розпорядженнями, у яких не зазначається відповідь на найважливіше і мотивуюче запитання – навіщо це робити? (яка мета конкретної атаки?, навіщо обороняти не обладнану позицію, яка знаходиться тактично невигідно?).

Однією з причин зазначеного недоліку у плануванні бою, очевидно, є невизначеність у бойових статутах натовських процедур і прийомів, які можуть бути ефективними та корисними. Зокрема таких: планування розподілу часу за правилом «1/3 до 2/3», управління ризиками, використання припущень, ставлення завдання у форматі «Хто? Що? Де? Коли? Навіщо?», аналіз проведених дій, воєнна гра. Ці процедури підміняються «вольовим впливом» на підлеглих, а в гіршому випадку командири підрозділів перетворюються на статистів, задача яких полягає у тому, щоб призначити та відправити особовий склад на «нуль». Результатом зазначених недоліків може бути втрата довіри до командирів і, разом з тим, нашого головного ресурсу: вмотивованої піхоти.

З метою мінімізації впливу зазначених слабких місць і недоліків в управлінні діями підрозділів пропонується розробити і додати до існуючого бойового статуту механізованих (танкових) військ Сухопутних військ таке.

1. Деталізовані методики оцінювання елементів обстановки, як-то: оцінювання противника, оцінювання своїх та доданих підрозділів і сусідів, оцінювання району дій та погодних умов.

Зазначені методики можливо доцільно буде подати у виді додатків.

2. В процесі прийняття рішення командиром підрозділу на дії передбачити процедури управління ризиками, використання припущень, а розрахунок часу робити обов'язково за правилом «1/3 до 2/3» (тобто, не пізніше 1/3 від наявного часу на підготовку бою (дій) поставити бойове завдання підлеглим підрозділам).

3. Ставлення бойового завдання підлеглим підрозділам має передбачати відповіді на 5 запитань: «Хто? Що? Де? Коли? Навіщо?» повинен виконати. Питання «Навіщо?» вважати ключовим мотивуючим чинником.

4. Методику організації взаємодії з елементами воєнної гри.

5. Методику аналізу проведених дій.

Зазначені зміни матимуть ефект якщо командири вищої ланки їх також позитивно сприймають й активно реалізують, а командири нижньої та середньої ланок вмотивовані проявляти ініціативу для створення бажаного кінцевого стану, визначеного наказом на операцію.

ОБГРУНТУВАННЯ ПРОВЕДЕННЯ ГРАДУЮВАЛЬНИХ РОБІТ ПРИЛАДІВ РАДІАЦІЙНОЇ РОЗВІДКИ ТА ДОЗИМЕТРИЧНОГО КОНТРОЛЮ ЗА ДОПОМОГОЮ СПЕЦІАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ СО-6 РУХОМИХ РЕМОНТНИХ МАЙСТЕРЕНЬ ТИПУ ПРХМ

Рудий Б.Ю., Баглай В.Ю.

Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Прилади радіаційної розвідки є основними засобами виявлення радіоактивного зараження місцевості під час усіх існуючих загрозах радіоактивного опромінювання особового складу. Разом з оперативністю отримання розвідувальних даних, одним з критеріїв, якості виявлення фактичної радіаційної обстановки є повнота ведення радіаційної розвідки, яка по різному трактується у літературі.

Таким чином існують специфічні вимоги до військових приладів радіаційної розвідки та дозиметричного контролю які на наш погляд, не знаходять свого відображення у приладах які використовуються вже багато років, а це означає, що не враховуються потреби військових підрозділів, для ефективного виконання ними завдань за призначенням.

Наразі теперішні методи проведення градуювальних робіт приладів радіаційної розвідки та дозиметричного контролю за допомогою спеціального обладнання СО-6 дійсно потребують поновлення, закупівлі сучасних зразків, але їх проєктування повинно здійснюватися згідно технічних вимог, які визначає замовник, виходячи із сучасних загроз, а дослідні зразки приладів обов'язково проходити військові випробування.

Градуювання приладів радіаційної розвідки та дозиметричного контролю, що використовуються у Збройних Силах України, зараз не є актуальним, оскільки сучасні прилади цього типу зазвичай градуюються виробником на підприємстві. Використання інших методів калібрування, таких як автоматичне калібрування, вбудовані стандарти або коригування в реальному часі, дозволяє забезпечити точність та надійність функціонування приладів без необхідності додаткового градуювання. Такий підхід є більш ефективним і економічно обґрунтованим, сприяючи покращенню якості та продуктивності систем радіаційного контролю.

Література:

1. Керівництво з експлуатації та ремонту озброєння і засобів радіаційного, хімічного, біологічного захисту на мирний час: наказ Міністра оборони України від 14.07.2011 р. № 410. 2011. С. 24.

2. Настанова з радіаційної безпеки в Міністерстві оборони України та Збройних Силах України: наказ Міністра оборони України від 08.09.2011 р. №560. Київ. 2011. С. 80.

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ РЕМОНТНОГО БАТАЛЬЙОНУ МЕХАНІЗОВАНОЇ БРИГАДИ ЩОДО РЕМОНТУ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ: ДОСВІД ПОВНОМАСШТАБНОЇ ВІЙНИ В УКРАЇНІ

Савін А.А.

Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У тезі проаналізовано реальні можливості ремонтного батальйону механізованої бригади ЗС України щодо здійснення поточного та середнього ремонту озброєння та військової техніки (ОВТ) під час бойових дій в умовах повномасштабної війни. Дослідження ґрунтується на фактичному досвіді підрозділів технічного забезпечення, залучених до бойових дій у 2022–2025 роках.

Одним із ключових аспектів роботи стало формалізування вимог до оптимізації організаційно-штатної структури ремонтного батальйону з урахуванням реальних навантажень, особливостей матеріальної бази та бойових умов.

Основні проблеми, що виявлено в ході дослідження:

складність у відновленні іноземних зразків ОВТ, переданих Україні за програмами військово-технічної допомоги, через відсутність технічної документації, спеціалізованих інструментів та запчастин;

низький ступінь уніфікації між вітчизняними й іноземними зразками, що значно ускладнює логістичне та ремонтне забезпечення в умовах обмеженого часу та ресурсів;

недосконала організація логістичного забезпечення, зокрема, труднощі із своєчасною евакуацією техніки, нестача транспорту, затримки з доставкою комплектуючих і витратних матеріалів;

невідповідність оснащення модульних ремонтних груп бойовим потребам: недостатня потужність штатних ремонтних машин, відсутність високоточних діагностичних систем, обмежений обсяг інструментального забезпечення;

недостатній рівень підготовки особового складу до ремонту новітніх та іноземних систем ОВТ, відсутність спеціалізованих курсів та практичного досвіду.

У роботі запропоновано алгоритм оцінювання ефективності ремонтного потенціалу батальйону, на основі якого розроблено пропозиції щодо вдосконалення ОШС ремонтного батальйону, зокрема:

модернізація типових ремонтних машин та їх адаптація до мультиформатного ремонту;

переоснащення модульних груп спеціалізованим обладнанням;

створення навчальних програм та польових тренінгів для особового складу, спрямованих на ремонт іноземної техніки;

удосконалення логістичних маршрутів, евакуаційних схем та запровадження цифрових засобів обліку запасних частин.

Запропоновані підходи мають потенціал для впровадження як на рівні бойових бригад, так і в рамках стратегічного реформування системи технічного забезпечення ЗСУ.

ЗАСТОСУВАННЯ МОДУЛЬНИХ РЕМОНТНИХ ГРУП ЩОДО РЕМОНТУ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

Савін А.А., Врадій С.Г., Троян О.Д.
Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Одним із пріоритетних напрямів розвитку технічного забезпечення є створення мобільних, високоманеврових модульних ремонтно-відновлювальних груп, здатних оперативно реагувати на виклики бойового середовища. Проте нині існує низка системних проблем, що стримують ефективність відновлення озброєння та військової техніки (ОВТ).

1. Оснащення та мобільність. Поточні ремонтні майстерні базуються переважно на застарілих шасі (ЗІЛ-131, ГАЗ-66), які обмежують мобільність і доступ до передових позицій. Через недостатню прохідність ускладняється евакуація пошкодженої техніки та оперативне розгортання ремонтних робіт.

2. Технічна розвідка та діагностика**.** Більшість підрозділів не оснащена сучасними системами діагностування технічного стану ОВТ. Відсутність електронних діагностичних приладів знижує точність оцінки ушкоджень, затримує процес ремонту та унеможливлює ефективне планування ресурсів.

3. Захист ремонтних груп. Підрозділи ремонтного забезпечення перебувають під постійною загрозою атак з повітря, зокрема ворожих дронів. Відсутність систем радіоелектронної боротьби (РЕБ) створює вразливість при розгортанні
в польових умовах.

Зміна підходів до тактики дій ремонтно-відновлювальних підрозділів, дисбаланс між наявною технікою та пересувними ремонтними майстернями у бойових частинах, а також потреба в удосконаленні заходів з відновлення озброєння та військової техніки зумовлюють необхідність перегляду та оптимізації організаційно-штатної структури відповідних підрозділів.

Література:

1. Доктрина "Сили логістики" (ВКП 4-32(41).01.

2. ДСТУ STANAG 2418:2018 Процедури ремонту озброєння та військової техніки в бойових умовах,зокрема ремонту після бойових пошкоджень.

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ЗАХИСТУ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ВІД FPV ТА УДАРНИХ ДРОНІВ

Савчук С.Л., Толкачов М.Б., Внуков І.В.

Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний університет», м. Харків

Сучасні тенденції захисту озброєння та військової техніки від FPV-дронів (first-person view) та ударних дронів активно розвиваються через стрімке зростання ефективності та масового використання безпілотників у бойових діях. Збройні сили України, стали лідерами у впровадженні та протидії дронам.

Основні напрями сучасного захисту.

Пасивний захист: фізичні бар'єри - це перша лінія оборони, яка має за мету зменшити ефективність ураження дронів:

протикумулятивні сітки та клітчасті екрани – металеві каркаси;

антидронові решітки, парасольки, сітки – фізичні бар'єри над вежами танків чи БТРів, які перешкоджають прямому влучанню дрону.

Активні засоби протидії, що перешкоджають керуванню дронами або знищують їх у повітрі:

РЕБ (радіоелектронна боротьба) – використання глушилок (джаммерів), які блокують сигнали управління або GPS: портативні глушилки для піхоти та стаціонарні та мобільні системи РЕБ на техніці;

Дрон-ловці – спеціалізовані дрони, які перехоплюють ворожі FPV (часто з сіткою або зіткненням);

Лазерні системи або мікрохвильові установки – ще рідко, але вже випробовуються проти FPV-дронів.

Тактична адаптація - зміна поведінки військ і техніки на полі бою:

зменшення часу перебування на відкритій місцевості;

використання маскування та обманок (імітація техніки);

часте переміщення та розосередження техніки – дрони не мають багато часу для наведення;

теплові пастки та димові гранати – ускладнюють візуальне та ІЧ-наведення.

Технічні інновації:

модернізація систем ППО – інтеграція радарів малої дальності для виявлення дронів;

інтеграція систем штучного інтелекту для швидкого розпізнавання та реакції на дрони.

Комплексний підхід – це комбінування всіх вищенаведених засобів у рамках єдиної антидронової системи, що включає:

постійний моніторинг повітряного простору;

систему оповіщення екіпажу та автоматичну активацію глушилок і ППО.

Висновок: Найефективніший підхід - мультикомпонентна оборона, що поєднує РЕБ, фізичний захист, тактичну гнучкість і розвідку. Водночас розвиток FPV-дронів продовжується, і кожна нова "покоління" дронів потребує нових рішень.

МЕТОДИКА ВИКЛАДАННЯ ВІЙСЬКОВИХ ДИСЦИПЛІН НА ОСНОВІ БОЙОВОГО ДОСВІДУ

Савчук Д.В.

Науково-дослідний центр ракетних військ і артилерії, м. Суми

У сучасних умовах розвитку воєнного мистецтва та зростання динаміки бойових дій особливої актуальності набуває оновлення методик викладання військових дисциплін із урахуванням аналізу бойового досвіду України проти збройних сил російської федерації. Бойовий досвід, набутий під час збройних конфліктів, зокрема в умовах ведення гібридної війни, містить велику кількість практичних уроків, що мають безпосереднє значення для підготовки військовослужбовців.

Методика викладання військових дисциплін має бути адаптована до сучасних викликів шляхом інтеграції реальних або максимально наближений до реального бойових кейсів (випадків) у навчальний процес. Це передбачає використання тактичних розборів та аналізу конкретних бойових завдань, вивчення типових помилок та успішних рішень, що були прийняті в бойовій обстановці. Значну роль відіграє кейс-метод, який дозволяє курсантам і слухачам аналізувати реальні ситуації, розвивати навички критичного мислення, прийняття рішень в умовах невизначеності та стресу.

Також ефективним є використання інтерактивних засобів навчання – бойових симуляторів, картографічних тренажерів, відеоаналізу бойових епізодів, а також запрошення військовослужбовців із бойовим досвідом до участі у заняттях. Усе це сприяє наближенню освітнього процесу до реальних умов служби у Збройних Силах України.

Ключовим аспектом впровадження бойового досвіду у викладання є систематизація, об'єктивізація та педагогічна адаптація отриманих знань. Не менш важливо забезпечити тісний зв'язок між навчальними закладами та бойовими підрозділами з метою постійного оновлення змісту навчальних програм відповідно до сучасних реалій.

Таким чином, можна зробити висновки, що оновлена методика викладання військових дисциплін на основі бойового досвіду є важливою умовою формування компетентного, адаптивного та професійно підготовлених військовослужбовців Збройних Сил України.

ЗАСТОСУВАННЯ ДРОНІВ ПІД ЧАС ЛОГІСТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІДРОЗДІЛІВ ЯКІ ВИКОНУЮТЬ БОЙОВЕ ЗАВДАННЯ

Савчук С.Л., Олексенко І.М., Тімофєєв Б.

Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний університет», м. Харків

Застосування дронів у логістичному забезпеченні підрозділів на передовій стало одним із найінноваційніших і ефективніших рішень у сучасній війні. Основні аспекти та переваги використання дронів та БПЛА (безпілотних літальних апаратів) у цій сфері.

Доставка матеріально-технічних засобів:

швидка доставка боєприпасів, медикаментів, їжі, води та інших необхідних вантажів безпосередньо на позиції (рис. 1);



Рис.1

оминають важкодоступні або обстрілювані ділянки, де використання традиційної техніки є небезпечним;

автономність та програмування маршрутів дозволяє дронам працювати без участі оператора, що зменшує ризик для персоналу.

Евакуація:

деякі важкі дрони здатні виконувати евакуацію поранених з передової або доправляти медичне обладнання й препарати на місце поранення;



Рис.2

багатофункціональні дрони (наприклад, квадрокоптери з вантажними платформами) можуть транспортувати невеликі ноші або медичні контейнери (рис. 2).

Моніторинг логістичних маршрутів:

за допомогою дронів здійснюється розвідка маршрутів постачання, що дозволяє виявити загрози (засідки, мінування, обстріли).

Автоматизовані системи постачання:

у перспективі використовуються рої дронів, які діють скоординовано, доставляючи вантажі по різних маршрутах одночасно;

інтеграція з системами ШІ дозволяє адаптувати маршрути в реальному часі в залежності від бойової обстановки.

Переваги використання дронів:

зменшення людських втрат серед логістичного персоналу.

гнучкість - можуть діяти вдень і вночі, в складних погодних умовах.

ефективність - доставка точна, швидка, з мінімальним залученням ресурсів.

секретність - малий розмір і низький рівень шуму ускладнює виявлення ворогом.

Висновок: Застосування дронів у логістиці на передовій — це не просто модна інновація, а необхідність сучасної війни. Вони дозволяють зберегти життя, забезпечити ефективність та адаптивність у складних бойових умовах. З подальшим розвитком технологій їх роль лише зростатиме.

РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ПОСТРІЛУ ГАЗОДЕТОНАЦІЙНИХ УСТАНОВОК МЕТАННЯ КОНТЕЙНЕРІВ З ВОГНЕГАСНИМИ РЕЧОВИНАМИ

[1]Сакун О.В., Коритченко К.В., [2]Дубінін Д.П.

[1]Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків.

[2]Національний університет цивільного захисту України, м. Черкаси

Збройними силами рф застосовується тактика нанесення подвійних ракетних і дронових ударів по об'єктах інфраструктури України. Це призводить до втрат серед працівників ДСНС України, які прибувають на уражений об'єкт для пожежогасіння. Вирішення проблеми можливе у разі застосування технології дистанційного гасіння пожеж за допомогою установок метання вогнегасних речовин в контейнерах.

Результати досліджень [1, 2] вказують на можливість створення систем дистанційного гасіння пожеж з газодетонаційними метальними зарядами, проте не дозволяють здійснювати розрахунків траєкторії польоту контейнерів. Розрахунок параметрів пострілу в газодетонаційній установці метання представлено в роботі [3]. Авторами публікації отримано аналітичну залежність початкової швидкості тіла, що метається за допомогою газодетонаційної системи метання, від його питомої маси, початкового тиску й ступеню розширення продуктів детонації, геометричних розмірів камори. Рівняння для розрахунку швидкості тіла, що метається, на виході зі ствола має вигляд

$$u_{m2} = \left[u_{m1}^2 + \frac{2S}{m_{\text{СН}}} \cdot \frac{p_1 x_1}{n-1} \left[1 - \left(\frac{1}{\varepsilon} \right)^{n-1} \right] \right]^{0,5},$$

де u_{m1} – швидкість снаряду на момент початку розрахунку; S – площа поперечного перетину каналу ствола; p_1 – усереднений тиск у продуктах детонації на момент початку розрахунку; x_1 – координата снаряду на момент початку розрахунку; n – показник політропи; $m_{сн}$ – маса тіла, що метається; ε – ступінь розширення заряду.

Розрахунок траєкторії польоту контейнерів з різною геометричною формою потребує включення до рівняння коефіцієнту, який відображає ступінь їх сповільнення атмосферним повітрям. Значення коефіцієнту можливо визначати емпірично. Отже, для удосконалення представленої залежності, доцільним є проведення експериментальних досліджень впливу геометричної форми контейнерів на ступінь їх сповільнення атмосферним повітрям під час метання.

Література:

1. Сакун О.В., Хілько Ю.В., Коритченко К.В. Чисельне моделювання внутрішньобалістичних процесів у газодетонаційній установці метання вогнегасних речовин. Проблеми пожежної безпеки. 2014. Вип. 36. С. 208-217.

2. Коритченко К.В., Сакун О.В., Хілько Ю.В. Експериментальне дослідження прототипу газодетонаційної установки метання контейнерів з вогнегасними речовинами. Проблеми пожежної безпеки. 2015. Вип. 37. С. 108-115.

3. Коритченко К.В., Сакун О.В., Хілько Ю.В. Параметри пострілу газодетонаційної системи метання. Системи обробки інформації. 2015. № 10 (135). С. 215-218.

ДОСЛІДЖЕННЯ ХОДОВОЇ ЧАСТИНИ БРОНЕТРАНСПОРТЕРА STRYKER ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ПРОХІДНОСТІ В УМОВАХ БЕЗДОРІЖЖЯ

Свиридов А.С., Базелюк В.М.

Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету* «Харківський політехнічний інститут», *м. Харків

БТР Stryker активно використовується Збройними Силами України у війні з росією, а також армією США завдяки своїй мобільності та високій швидкості переміщення особового складу. Утім, ефективність застосування цих машин безпосередньо залежить від їхньої здатності долати складні дорожні та природні умови. В умовах бездоріжжя суттєво зростають вимоги до ходової частини, що вимагає комплексного аналізу її конструкції та експлуатаційних параметрів.

У доповіді розглянуті питання конструктивних особливостей ходової частини бронетранспортера Stryker та аналіз їхнього впливу на прохідність у складних дорожніх умовах. Запропонована математична модель руху колісної машини по нерівностях місцевості.

Під час аналізу було визначено, що одним із важливих чинників, які впливають на прохідність, є величина тиску на ґрунт, яка визначається загальною масою машини та площею контакту шин із поверхнею, а наявність системи автоматичного контролю тяги (АТС), яка дозволяє автоматично перерозподіляти тягові зусилля між колесами залежно від умов місцевості забезпечує оптимальну тягу на всіх типах поверхонь і суттєво підвищує загальну прохідність машини в екстремальних умовах.

Результати дослідження свідчать про загальну ефективність конструктивних рішень, але також показують необхідність удосконалення систем технічного обслуговування і зменшення зношуваності ходових елементів бронетранспортера.

Література:

1. Задача оптимізації параметрів системи підресорювання транспортного засобу / Е.Е. Александров, О.Н. Агапов, О.Я. Никонов [и др.] // Механіка та машинобудування. – Харків: ХДПУ, 2000. – № 1. – С. 35-41.

2. Бойко О.Д., Зінько Р.В., Лозовий І.С. Математична модель руху колісного транспортного засобу з багатосекційними камерами шин. Науковий вісник НЛТУ України. 2010. Вип. 20.5. С. 311-316.

ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО ЗАСТОСУВАННЯ АВТОМАТИЧНОГО НАТЯГУ ГУСЕНИЧНОЇ СТРІЧКИ ЗА ДОСВІДОМ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЗРАЗКІВ БТОТ ІНОЗЕМНОГО ВИРОБНИЦТВА

Северін Р.О., Горбильов С.С.

Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У доповіді обґрунтовано перспективи застосування автоматичного натягу гусеничної стрічки на вітчизняних зразках бронетанкового озброєння та техніки (БТОТ). Розробка системи автоматичного натягу гусеничної стрічки вітчизняних зразків БТОТ є важливим кроком у підвищенні надійності ходової частини, зменшенні зносу гусениць та зниженні навантаження на екіпаж [1, 2]. Така система може працювати як автономна електронна мережа, що інтегрує високоточні сенсори, актуатори та централізований блок керування для безперервного моніторингу та корекції параметрів стрічки в режимі реального часу [1, 3]. Основним напрямом впровадження є створення інтегрованої сенсорно-актуаторної системи. Для цього запропоновано використовувати спеціалізовані датчики – струмові, оптичні або інші високоточні пристрої – які постійно контролюють механічні характеристики гусениць, зокрема рівень натягу, розтяг і вібрації [1, 3]. Дані від цих сенсорів надходять до блоку керування, який аналізує їх та приймає рішення щодо необхідності корекції положення опорних чи направляючих елементів за допомогою відповідних актуаторів (гідравлічних циліндрів чи електромоторів). Результатом такої інтеграції є автоматична адаптація системи до змін умов руху – від їзди по асфальтованих трасах до переміщення по складному бездоріжжю чи під впливом бойових поштовхів – що дозволяє знизити знос гусениць і мінімізувати ризик виникнення технічної несправності при водінні зразків БТОТ.

Впровадження системи автоматичного натягу гусениць вітчизняних зразків БТОТ є комплексним підходом, що об'єднує сучасні сенсорні технології, адаптивні алгоритми управління. Результатом цього стане не лише підвищення надійності та ефективності роботи ходової частини, але й зниження витрат на технічне обслуговування вітчизняних зразків БТОТ.

Література:

1. Herasimov S., Borysenko M., Roshchupkin E. Spectrum Analyzer Based on a Dynamic Filter. Journal of Electronic Testing. 2021. № 37. С. 357–368. DOI: https://doi.org/10.1007/s10836-021-05954-0.

2. Герасимов С.В., Чалапко В.В. Пропозиції щодо удосконалення танкодрому // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXX міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2022, 19-21 жовтня 2022 р. – Харків: НТУ «ХПІ». – 993 с.

3. Herasimov S., Soroka V., Yevseiev S. and etc. Development of a Method for Measuring small Nonlinear Distortions of Periodic Electrical Signals. 2022 International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT). 2022. P. 49-52. DOI: https://doi.org/10.1109/ISMSIT56059.2022.9932685.

МЕТОД РОЗРАХУНКУ ТАБЛИЦЬ СТРІЛЬБИ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ БОЄПРИПАСІВ ПРИ НЕМОЖЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ РОЗРИВІВ

Сергієв С.В.

Науково-дослідний центр ракетних військ і артилерії, м.Суми

Безповоротні втрати артилерійських гармат і мінометів, а також значні витрати боєприпасів під час ведення бойових дій у широкомасштабній збройній агресії російської федерації проти України створили передумови до надання країнами-партнерами значної кількості артилерійських систем та боєприпасів іноземного виробництва. Ефективне застосування іноземних артилерійських систем та боєприпасів не можливе без таблиць стрільби, які є збірником основних даних, необхідних для точного визначення установок для стрільби. Наразі іноземні зразки озброєння постачаються не тільки зі штатними боєприпасами, а й з боєприпасами, на які відсутні таблиці стрільби. Потреба у складанні таблиць стрільби також існує при використання боєприпасів іноземного виробництва артилерійськими системами, що перебувають на озброєнні Збройних Сил України і мають сумісні конструктивні характеристики.

Обчислення таблиць стрільби є трудомістким і тривалим процесом, тому для прискорення процесу використовується комбінований підхід, що включає в себе як метод відстрілу, так і математичні методи.

Метод розрахунку таблиць стрільби оснований на побудові траєкторії польоту снаряда і полягає в розв'язанні системи диференційних рівнянь руху центру мас снаряда по просторовій траєкторії, складених відносно координат центру мас снаряда, швидкості центру мас снаряда та кутів, що визначають положення вектора швидкості центру мас снаряда, разом з диференційним рівнянням зміни кутової швидкості обертання снаряда в результаті аеродинамічного тертя.

Для розрахунку таблиць для стрільби прямою наводкою, рикошетної стрільби або за неможливості визначити координати розривів снарядів застосовується підбір коефіцієнта форми за допомогою LOG-файлу приладу вимірювання початкової швидкості Weibel.

Після виконання стрільб отримуємо LOG-файли з системи Weibel, які включають в себе вимірювання швидкості, висоти, відстані польоту снаряда вздовж 2-8 кілометрів та частотою вимірювання через кожні 0.01 сек. Цих даних вистачає для побудови траєкторії, а саме виконується підбір коефіцієнту форми за допомогою диференціальних рівнянь руху снаряда до повної сумісності з LOG-файлом радіолокаційної станції.

Усі розрахунки проводяться на автоматизованій системі для створення таблиць стрільби, розробленій у Науково-дослідному центрі ракетних військ і артилерії. Автоматизація даних процесів та об'єднання їх в один програмний продукт дає змогу не тільки значно скоротити час розрахунків таблиць стрільби, а й розширює можливості стосовно дослідження впливу різноманітних параметрів на траєкторію руху снаряда.

УДОСКОНАЛЕННЯ ДЕТОНАЦІЙНОЇ ГАРМАТИ ДО ТЕХНОЛОГІЙ ГАЗОТЕРМІЧНОГО НАПИЛЮВАННЯ

Сінько В.В., Левадна С.В.

Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Газотермічне напилення реалізується великою кількістю методів, таких як високошвидкісне газополум'яне (паливо-кисневе або паливо-повітряне), детонаційне, плазмово-дугове, надзвукове холодне напилення та інші. Кожен з цих методів має перевагу, щонайменше, за одним із вище перелічених показників. Тому, в залежності від області використання, метод вибирається на основі оптимального співвідношення ціни-якості продукції, отриманої в результаті напилення. Очевидним є створення методу газотермічного напилення, який найбільш повно задовольняє всьому комплексу показників. Розвиток сильно струмового іскрового розряду в реагуючих газах на стадії формування і розширення електроплазмового каналу визначається взаємним зв'язком первинних електрофізичних і вторинних фізико-хімічних процесів (не рівноважних коливальних і електронних збуджень молекул, іонізації, нагрівання, випромінювання, генерування ударної хвилі, дисоціації і хімічних реакцій).

В більшості електророзрядних технологій використовуються тільки окремі складові електроіскрових процесів. Так, енергоефективність електроіскрових розрядів в джерелах світла характеризується параметрами електромагнітного випромінювання, в електросистемах ініціювання детонації – характеристиками ударної хвилі, а в устаткуванні електроіскрового запалювання – параметрами газової області, що нагрівається. Виявлення нових взаємних зв'язків між параметрами високовольтного електричного розрядного кола і електроімпульсними процесами в іскрових газових каналах дозволяє використовувати їх для вибіркового регулювання фізико-хімічних процесів, необхідних для реалізації тих або інших електророзрядних технологій. Такі зв'язки розширюють також науково-технічну основу для удосконалення високовольтного електророзрядного устаткування генерування ударних хвиль і нагрівання реагуючих газових середовищ, зокрема для їх запалювання і ініціювання детонації.

Доцільним є також вирішення наукової проблеми підвищення ефективності високовольтного електророзрядного обладнання, що застосовується для запалювання горючої суміші. Це пов'язано з удосконаленням поршневих двигунів внутрішнього згорання, яке здійснюється не тільки у напрямках збільшення їх питомої потужності і переходу на багатопаливність, але і підвищення їх економічності і надійності, у тому числі при збідненні горючої газової суміші. Тому виникає необхідність одночасного збільшення кількості і густини енергії, що виділяється в іскровому проміжку, частоти запалювання, а також коефіцієнта перетворення хімічної енергії горючої суміші в інші види.

ТРУДНОЩІ У ВИКЛАДАННІ АНГЛІЙСЬКОЇ МОВИ КУРСАНТАМ 1 КУРСУ ТА ШЛЯХИ ЇХ ПОДОЛАННЯ

Смородінова О.Н.

Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Викладачі англійської мови зіштовхуються з певними труднощами, починаючи працювати з курсантами 1 курсу.

На самому початку навчального процесу виникає проблема, зумовлена різним стартовим рівнем володіння курсантами англійською мовою. Останні вступають до військового інституту з різними мовними рівнями — від повної відсутності знань чи базового рівня до більш вищого рівня. Це ускладнює формування єдиної навчальної програми та темп навчання груп.

Наступним викликом для викладача є відсутність початкової мотивації у першокурсників. Часто вивчення англійської сприймається курсантами як обов'язок, а не як особистісна потреба, що знижує інтерес до процесу навчання.

Високе навчальне навантаження безпосередньо впливає на ефективність вивчення іноземної мови. Курсанти одночасно опановують багато дисциплін, що призводить до дефіциту часу та енергії для глибокого та усвідомленого вивчення мови.

Для подолання вищезгаданих викликів існують певні стратегії:

1. Діагностичне оцінювання на початку курсу. Проведення тестування для визначення реального рівня кожного курсанта та створення гнучких навчальних груп (або додаткових занять чи консультацій для початківців).

2. Диференціація завдань. Використання різнорівневих завдань: базові для початківців та складніші для більш підготовлених курсантів.

3. Навчання через практику використання мови. Фокус на розмовні навички, прості побутові фрази, команди та елементарну професійну лексику, яка буде корисною у військовій діяльності.

4. Пояснення прикладного значення володіння мовою. Пояснення, як знання англійської впливає на можливості для міжнародної співпраці, кар'єрного зростання та доступу до новітніх знань. Наводити приклади з життя успішних у вивченні англійської мови курсантів старших курсів чи випускників-офіцерів.

5. «Мікроуспіхи» та позитивне підкріплення. Постійне визнання навіть маленьких досягнень для підвищення впевненості в собі. Різні способи схвалення прогресу у навчанні є хорошим стимулом для подальшого розвитку навчальних компетентностей.

6. Використання сучасних технологій. Інтерактивні платформи, мобільні додатки, навчальні ігри необхідні на заняттях та під час самостійної роботи для підвищення інтересу до вивчення мови.

7. Створення підтримуючого середовища. Відсутність осуду за помилки, акцент на розвиток і взаємопідтримку між курсантами - запорука успішного подолання перших труднощів.

КОМПЛЕКСНА СИСТЕМА ЗАХИСТУ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ СИСТЕМ

Степаненко О.В.
Науково-дослідний центр ракетних військ і артилерії, м.Суми

З початку повномасштабної війни росії проти України важливого значення набув розвиток безпілотних літальних апаратів (БпЛА) та високоточних артилерійських боєприпасів (ВТАБ). У зв'язку з їх активним застосуванням противником, високою ефективністю та зростаючою чисельністю виникає потреба у розробленні систем для захисту і протидії цим засобам.

Баражуючі боєприпаси (ББ), FPV-дрони та ВТАБ активно і цілеспрямовано використовуються ворогом для ураження артилерії Сил оборони України. Вони є основною загрозою для самохідних (причіпних) артилерійських систем (АС), які перебувають на вогневих позиціях (ВП) та виконують вогневі завдання.

Отже, існує необхідність ведення пошуку шляхів вирішення цієї проблеми, одним з яких є розроблення комплексної системи захисту (КСЗ) від баражуючих боєприпасів, FPV-дронів та ВТАБ. Така система повинна встановлюватися на самохідні артилерійські системи або розгортатися на ВП причіпних артилерійських систем.

До складу КСЗ пропонується включити:
комплект засобів виявлення ББ, FPV-дронів;
комплект засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ);
лазерний приймач опромінення;
лазерну станцію завад;
блок управління (БУ);
засоби кінетичного захисту;
термодимову апаратуру;
систему електроживлення;
захисні екрани (решітки, сітки).

Такий склад КСЗ дозволить своєчасно виявляти, ідентифікувати баражуючі боєприпаси, FPV-дрони, лазерне опромінення, обробляти отриману інформацію за допомогою програмного забезпечення БУ та активувати засоби оповіщення обслуги, відповідні засоби протидії (впливу, постановки завад, перешкод) ударним дронам та встановлювати завади оптико-електронній (лазерній) системі наведення ВТАБ.

РАДІОЕЛЕКТРОННИЙ ЗАХИСТ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СТАНЦІЙ АРТИЛЕРІЙСЬКОЇ РОЗВІДКИ

Столяренко М.П.

Науково-дослідний центр ракетних військ і артилерії, м. Суми

Досвід ведення бойових дій з російською федерацією показує, що одним із важливих завдань є радіоелектронний захист радіолокаційних станцій (далі – РЛС) артилерійської розвідки.

Радіоелектронний захист радіолокаційних станцій це сукупність технічних, програмних та організаційних заходів, спрямованих на забезпечення стійкої роботи РЛС в умовах впливу засобів радіоелектронної боротьби (далі – РЕБ) противника.

Для захисту РЛС та протидії радіоелектронним засобам розвідки противника необхідно:

1. Використовувати фазовані антенні решітки в антенних модулях РЛС, які здатні змінювати діаграму спрямованості для пригнічення перешкод та зменшення рівня бічних пелюсток при випромінюванні.

2. Встановлювати тимчасові, просторові, частотні та енергетичні обмеження при бойовому використанні РЛС.

3. Застосовувати для настройки і перевірки функціонування радіолокаційних станцій еквіваленти антен і вбудовану апаратуру контролю.

4. Виявляти частоти, на які впливають завади противника, змінювати, бісектрису сектору або величину сектору розвідки.

5. Використовувати маскувальні властивості місцевості з урахуванням особливостей розповсюдження електромагнітних хвиль, а також табельні маскувальні засоби.

6. Використовувати засоби передачі інформації відповідно до вимог безпеки зв'язку.

7. Вибір оптимальні позиції. РЛС доцільно розміщувати на рівній місцевості, яка має пологий нахил вниз протягом перших 200-300 метрів перед радаром, а потім різкий підйом до екрануючого гребня.

8. Зменшувати час роботи на випромінювання РЛС з періодичною зміною несучої частоти та періодичною зміною позицій.

Час випромінювання має бути скорочено в залежності від можливостей виявлення противником. Як правило, час безперервного випромінювання не повинен перевищувати двох хвилин, коли противник володіє можливостями радіоелектронної протидії. Загальний час випромінювання має бути скоригований в залежності від тактичної обстановки.

Переналаштування несучої частоти проводити без випромінювання електромагнітної енергії в простір. З цією метою станцію необхідно перемкнути на еквівалент антени.

ОСНОВНІ ВИМОГИ ДО МАШИНИ З ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТУ ЕЛЕКТРОСПЕЦОБЛАДНАННЯ ІНОЗЕМНОЇ ТЕХНІКИ

Сучков Г.М., Чухліб В.Л., Тимофєєв В.Д.
Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Мобільні системи використовують системний підхід для забезпечення багаторівневого технічного обслуговування та ремонту. Ці системи зменшують надлишковість звичайних інструментів, забезпечують стандартизацію інструментів.

Оскільки мобільність, маневреність і здатність до технічного обслуговування та ремонту є мультиплікатором бойового обслуговування, майстерня дозволяє повертати техніку в бій якнайшвидше.

Обладнання машини з технічного обслуговування та ремонту електроспецобладнання іноземної техніки розташовується у виготовленому корпусі, який встановлений на допоміжному елементі обладнання – високомобільному багатоцільовому колісному транспортному засобі на базі HMMWV.

Можливості системи включають: електроінструменти промислового класу для проведення робіт з тестування та ремонту відповідних систем.

Стандартний набір інструментів забезпечує можливості виконувати технічне обслуговування військових транспортних засобів та техніки наземного забезпечення на всіх рівнях ремонту матеріальної частини в польових мовах.

- Контейнер, який встановлено на автомобіль забезпечує транспортування деталей, інструментів та обладнання для технічного обслуговування та ремонту автомобілів.
- Після встановлення обладнання на HMMWV машина стає високомобільною системою, здатною забезпечувати підтримку зв'язку з усіма підрозділами. Автомобіль оснащений наборами інструментів, а також запчастинами та іншими витратними матеріалами для підтримки місій з обслуговування автомобілів усіх типів.

Технічне обслуговування, включає щоденні, проміжні, періодичні (або поетапні) та спеціальні перевірки та заходи, згідно з дозволом командира або вищого штабу. Визначається причина несправностей обладнання/електричних систем, використовуючи вбудоване обладнання, встановлені прилади або випробувальне, вимірювальне та діагностичне обладнання.

- Майстерня може працювати в будь-якій географічній зоні та за будь-яких кліматичних умов.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ РОЗРОБЛЕНИХ ПРОТИКУМУЛЯТИВНИХ ЕКРАНІВ ШЛЯХОМ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ В СУЧАСНИХ ПРОГРАМНИХ КОМПЛЕКСАХ

Тимофєєв В.Д.,Чухліб В.Л., Губський С.О., Кошкаров Ю.Ю., Варакута М.В., Харітонов О.В.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

З початку російського вторгнення в Україну стало очевидним відставання захисту бронетехніки від засобів її ураження, зокрема від кумулятивних снарядів.

Метою даної роботи є аналіз сучасних методів захисту бронетехніки від кумулятивних снарядів, зокрема через використання протикумулятивних екранів (ЗПКЕ), та визначення напрямів їх удосконалення шляхом чисельного моделювання.

Аналіз сучасних методів захисту бронетехніки від кумулятивних снарядів показав, що традиційні підходи, такі як динамічний захист і броня Чобхема, мають обмеження в умовах використання тандемних кумулятивних снарядів. Протикумулятивні екрани (ЗПКЕ) є перспективним рішенням завдяки своїй простоті, легкості та безпеці для піхоти, але їхня ефективність залежить від геометрії, матеріалів і кута влучання. Чисельне моделювання дозволить визначити оптимальні параметри ЗПКЕ, зокрема форму, розміри отворів, матеріали та конструкцію пластин, для максимальної деформації кумулятивної воронки та запобігання детонації.

Одним із програмних засобів для чисельного моделювання пластичних деформацій використовується програмний комплекс QForm [1] — спеціалізоване програмне забезпечення, що широко використовується в галузі обробки металів тиском. Програма дозволяє моделювати взаємодію тіл за складних контактних умов, з урахуванням механічних властивостей матеріалів, швидкості, температури та геометрії. У межах цього дослідження програмне забезпечення QForm буде застосовуватися для імітації процесу влучання кумулятивного снаряду типу ПГ-7В у протикумулятивну решітку, з метою аналізу деформації кумулятивної воронки та ефективності перешкоджання формуванню кумулятивного струменя.

Для оцінки ефективності протикумулятивних екранів використано сучасний метод скінченних елементів (Finite Element Method, FEM). Скінчено-елементні моделі гранати ПГ-7В і секції ЗПКЕ включають детальну геометрію кумулятивної воронки, п'єзоелектричного підривника та решітки. Результати моделювання дозволяють визначити оптимальні параметри конструкції ЗПКЕ для максимальної ефективності.

Література

1. Біба М.В. Досвід застосування програми QForm для моделювання процесів ОМТ в промисловості, освіті та дослідженнях/ М. В. Біба // Пластична деформація металів : матеріали наук.-практ. конф. : тез. допов., 22-26 травня 2017 р., м. Дніпро. – Дніпро, 2017. – Стор. 9.

ЕЛЕМЕНТИ ІНТЕРАКТИВНОГО НАВЧАННЯ ЯК ЗАПОРУКА ФОРМУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ ДИСЦИПЛІН ВІЙСЬКОВО-СПЕЦІАЛЬНОЇ ПІДГОТОВКИ

Тичина О.М., Мирна Т.Ю.

Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У роботі розглянуто питання деяких аспектів освітнього процесу формування бакалавра забезпечення військ (сил) з радіаційного, хімічного, біологічного захисту та екологічної безпеки військ.

Сучасний освітній процес знаходиться в безперервному русі, який пов'язаний з пошуком нових методів не лише донесення інформації, а й способів та прийомів опрацювання та засвоєння її. Зупинимося на особливостях деяких з методів, які на даний момент є актуальними в нашій співпраці з тими, хто навчається. По-перше, організація роботи у парах. Це дуже зручна форма роботи, яка може містити елементи як засвоєння нового матеріалу, так і його контролю. Як варіант: один курсант пропонує напарнику питання, а потім перевіряє правильність відповіді. Інший варіант: обидва шукають відповідь на якесь складне питання, обговорюють особливості або нюанси, представляють варіант відповіді та аргументи до неї. Такий варіант методу, зокрема формує колективну відповідальність за якість виконаного завдання.

У навчальних дисциплінах циклу військово-спеціальної підготовки, частина практичних занять яких пов'язана з розв'язанням розрахункових задач, заслуговує на увагу метод з використанням алгоритмів. Після ознайомлення з теоретичним матеріалом пропонується готовий алгоритм. Наводяться приклади розв'язання типових задач. Опрацьовуються основні етапи. А потім курсантам пропонуються задачі, які відрізняються від попередніх за послідовністю та кількістю виконаних дій. В цьому випадку курсанти самі мають скласти алгоритм та відпрацювати всі дії. Також у разі розрахункових задач завжди аналізуємо отриману відповідь: чи правдиве отримане значення, наскільки воно узгоджується з теорією.

Іншим варіантом роботи з опрацювання навчального матеріалу є кейсові завдання. Тлумачний словник дає значення "кейс" як конкретний випадок, справа, ситуація, яку цікаво вивчити або обговорити. Тож в якомусь сенсі кейсові завдання можна вважати комплексним завданням не лише з розв'язання розрахункової задачі та аналізу отриманого результату, але й збору додаткової інформації та її систематизації. Останній метод передбачає використання мережі Інтернет. Крім того, ті, хто навчаються, вже досить добре опанували роботу з чатами ШІ. Тож часто сподівання від пошуків та впровадження інтерактивних методів зводяться нанівець через брак часу, чи лінощі думки, чи якісь інші чинники. Але неодмінною залишається тенденція: курсанти, які дійсно налаштовані на навчання, сприймають різноманітність методів викладання із зацікавленістю та демонструють готовність до співпраці.

ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ТЕПЛОВІЗІЙНИХ ПРИЛАДІВ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ПІД ЧАС ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ МЕХАНІЗОВАНИМИ ПІДРОЗДІЛАМИ

Толкачов М.Б., Савчук С.Л., Внуков І.В.

Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний університет», м. Харків

У роботі розглянуто питання: Використання сучасних тепловізійних приладів спостереження під час ведення бойових дій.

У сучасних умовах ведення бойових дій, особливо в умовах обмеженої видимості, вночі або за несприятливих погодних умов, тепловізійні прилади відіграють вирішальну роль у забезпеченні ефективного спостереження, виявлення цілей і підвищення загальної боєздатності підрозділів.

Основні типи тепловізійних приладів, що застосовуються механізованими підрозділами ЗСУ: тепловізійні монокуляри та бінокуляри.

Тепловізійні прилади є персональними приладами спостереження, які дозволяють бійцям виявляти джерела тепла — противника, техніку, об'єкти інфраструктури - навіть у повній темряві, крізь дим, туман чи маскувальні сітки.

Тепловізійні приціли призначені для стрільби в нічний час або при неможливості візуального спостереження цілі через погодні умови (рис. 1). Тепловізору не потрібні зовнішні джерела освітлення – його можна використовувати навіть в повній темряві. Вся справа у тому, що будь який об'єкт, має інфрачервоне випромінювання. Це випромінювання й засікається чутливою напівпровідниковою матрицею на основі мікроболометричного елементу та монолітний біполярний транзистору. Сигнал від матриці обробляється електронікою і виводиться на рідкокристалічний екран, який бачить стрілок в окулярі (рис. 2).



Рис. 1



Рис. 2

Основні характеристики та особливості:

компактні, легкі та зручні в експлуатації;

працюють без потреби у зовнішньому освітленні;

мають функції цифрового збільшення, запису відео, Wi-Fi-передачі зображення;

час безперервної роботи від батареї –4–8 годин.

Тактичне застосування:

виявлення противника під час нічного патрулювання або засідок;

коригування вогню у складних умовах видимості;

спостереження за підозрілими ділянками місцевості, перехрестями, можливими шляхами підходу противника.

Висновок: системне впровадження тепловізійних приладів у механізовані підрозділи є критично важливим для підвищення ефективності бойових дій, оптимального використання стрілецької зброї, забезпечення переваги над противником і збереження життя військовослужбовців.

ДОМІНУЮЧА ВИМОГА ДО ВДОСКАЛЕННЯ ЗАСОБІВ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ НА ПОЛІ БОЮ

Торопчин Д.Г., Задерієнко С.І.
Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, м. Львів

Військове спорядження – це широке поняття, що вміщує певний набір екіпірування в тому числі і засобів індивідуального захисту (ЗІЗ). Вага сучасних комплектів піхотного спорядження вже перебуває на межі людських можливостей. Сьогодні понад чотирьох десятків країн реалізують національні програми по створенню свого "солдата майбутнього", в Україні це концепція бойового єдиного комплекту (БЄК).

Хоча БЄК частково і адаптується під різні бойові сценарії, солдатам бракує у бою рухливості. На полі бою це призводить до ситуацій, коли більш рухливий та менш втомлений піхотинець уникає уражень. У сучасного солдата більше шансів залишитися в живих в ході бою але у перевантаженого бійця рівно стільки ж можливостей отримати у бою поранення або каліцтво. У більшості випадків наявність ЗІЗ умовно достатня, а інші проблемні питання вирішує маскування, тактика та інженерне обладнання позицій.

Наприклад, площа ураження людини близько 1,2 м², а площа типового бронежилета – 50 дм², що разом з шоломом закриває майже 60% площі тіла. Бронежилет і шолом в цілому дають можливість забезпечити частковий протиуламковий захист бійця, але кожен кілограм екіпіровки в діапазоні від 25 до 45 кг збільшує час виконання завдання в середньому на 2%, і в той же час збільшує температурний режим навколо тіла на 10 градусів.

Накопичення температури тіла до певної межі може завдати теплового удару. Сьогодні вага екіпірування, з якою солдат йде у бій, сягає 25 кг і більше, а повне бойове навантаження може дорівнювати 60 кг. Тобто при такій масі екіпіровки боєць буде під вогнем противника в 2 рази довше, ніж без неї. Тому загальна тенденція в цьому напрямку пов'язана зі зниженням маси не лише зброї та боєприпасів, а і захисного індивідуального спорядження.

Світові тенденції свідчать, що на елементи ЗІЗ накладається ряд логічних обмежень: ергономічність, вага, габарити, енергоефективність та вартість виробництва. Зниження ваги бойового екіпірування для підвищення рухливості солдата сприятиме зниженню безповоротних втрат особового складу на полі бою. За оцінками множини експертів майбутня вартість витрат на ЗІЗ на одного стрільця може скласти 230-250 тисяч гривень, а спроби знайти порятунок у екзо-скелетах чи транспортних роботах буде коштувати ще дорожче.

Література:

1. *Мелькін В.В*. Деякі тенденції в створенні і вдосконаленні вітчизняних засобів індивідуального броньового захисту 1991–2017 рр. / В.В. Мелькін / *Зброярня: історія розвитку озброєння та військової техніки*: зб. тез доп. наук.-практ. конф., 27 лютого 2020 р.: тези доп. Львів: НАСВ, 2020. № 41. С. 240-254.

ІМОВІРНІСНА МОДЕЛЬ АКТИВНОГО ПРОТИМІННОГО ЗАХИСТУ ЛЕГКИХ БРОНЬОВАНИХ МАШИН

Убайдуллаєв Ю.Н., Яременко В.В., Кульбашевський В.А., Поливода М.О.
Кафедра військової підготовки Національного авіаційного університету, м. Київ

Зростання ролі легких броньованих машин (ЛБМ) за рахунок збільшення частки завдань, які вирішуються ними, збільшення частки бойових пошкоджень від вибухонебезпечних предметів (ВНП) на шляхах руху військ, підвищення ефективності ураження ЛБМ сучасними ВНП, свідчать про низьку ефективність існуючих засобів протимінного захисту ЛБМ. Враховуючи вищевикладене, штатні зразки ЛБМ повинні бути пристосованими до дій в особливих умовах під час виконання поставлених бойових та спеціальних завдань. Активізація вдосконалення протимінного захисту ЛБМ, причому, традиційні методи його підвищення (нарощування броні, встановлення додаткових пасивних технічних засобів протимінного захисту) стають недоцільними, внаслідок існуючих вагових та габаритних обмежень та погіршення тактико-технічних характеристик штатних зразків ЛБМ. На основі системного підходу, активні технічні засоби протимінного захисту об'єднуються в систему активного протимінного захисту (САПЗ). У якості підсистем активного протимінного захисту розглядаються технічні системи виявлення, дистанційного знищення та подавлення радіоліній управління вибухом ВНП.

Математична модель активного протимінного захисту складається з моделей оцінки ефективності функціонування систем активного протимінного захисту ЛБМ та ВНП різних типів, моделі оцінки захисної здатності систем активного протимінного захисту ЛБМ з врахуванням різнотипності ВНП, моделі формування можливих альтернатив складу системи активного протимінного захисту ЛБМ. Процес активного протимінного захисту ЛБМ розглядається під час руху ЛБМ по замінованій (рівномірно встановлені ВНП різних типів) ділянці дороги, як без, так і з врахуванням САПЗ. Розроблені математичні моделі функціонування різних типів САПЗ враховують, експлуатаційні та конструктивні параметри ЛБМ, технічні характеристики САПЗ та ВНП різних типів, а також властивості приховуючого середовища (грунт). Врахування зазначених параметрів здійснюється з використанням розрахункових схем для кожної САПЗ, що монтується на ЛБМ.

Основною метою застосування САПЗ на ЛБМ є запобігання підриву останніх на ВНП різних типів шляхом виявлення, дистанційного знищення та подавлення радіоліній управління вибухом ВНП. У зв'язку з цим запропоновано оцінювати ефективність САПЗ, що встановлена на ЛБМ, у вигляді імовірності досягнення успіху, а саме імовірностей виявлення, дистанційного знищення та подавлення радіоліній управління вибухом ВНП.

Застосування математичної моделі, що ґрунтується на визначенні показників ефективності САПЗ та ВНП різних типів, показників та критерію оцінки захисної здатності САПЗ та на запропонованій моделі, надало можливість формалізованого опису активного протимінного захисту ЛБМ.

АНАЛІЗ РЕЖИМІВ РОБОТИ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПУ ДИЗЕЛЬНИМИ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯМИ В ЯКОСТІ РЕЗЕРВУ

Убайдуллаєв Ю.Н., Яременко В.В., Кульбашевський В.А.
Кафедра військової підготовки
Національного авіаційного університету, м. Київ

В праці розглядається аналіз основних завдань забезпечення нормативної надійності системи електропостачання (СЕС) пунктів управління (ПУ) військами, тому що ці завдання є кількісною оцінкою показника надійності, перевіркою його відповідності заданим значенням та розробки заходів щодо підвищення надійності, якщо ці вимоги не задовольняються.

Високий рівень надійності структурно складних технічних систем не завжди можливо досягти шляхом застосування елементної бази з підвищеними надійними характеристиками. Це завдання може бути вирішене тільки при використанні різних видів резервування (структурне, тимчасове, функціональне, навантажуване).

Істотно знизити можливість відмов СЕС можливо шляхом включення до її складу структурної надмірності із застосуванням резервних джерел електропостачання (РДЕП). Завданням запровадження надмірності є забезпечення нормального функціонування СЕС об'єкта після виникнення відмови в його елементах.

Як РДЕП можуть бути використані газопоршневі, газотурбінні, дизельні агрегати. Дизельні електростанції (ДЕС) на сьогоднішній день є найбільш масовими та апробованими в технічному відношенні установками. За режимом роботи резервних елементів розрізняють навантажений, ненавантажений і полегшений резерви, які можуть застосовуватися, як у системах що не відновлюються, так і в відновлюваних.

Під відновленням розуміються операції ідентифікації відмови (визначення його місця та характеру), заміни, регулювання та подальшого контролю стану окремих елементів та працездатність системи в цілому.

СЕС залежно від умов застосування об'єкта, що забезпечується електроенергією (ЕЕ) ПУ, можна вважати, як системою, що відновлюється, так і не відновлюється.

Як правило, РДЕП ПУ військами застосовують, як третє незалежне джерело живлення для особливої групи електроприймачів. Таким чином, аналіз впливу різних режимів роботи РДЕП доцільно проводити для невідновлюваних систем за певний часовий проміжок.

У імовірнісній функції надійності системи з полегшеним режимом роботи резерву, на відміну від ненавантаженого, відсутня ймовірність безвідмовної роботи блоку запуску і підключення резерву, так як ДЕС в цьому режимі вже знаходиться в роботі, а комутація споживачів, що залишилися в аварійному режимі проводиться за рахунок елементів СЕС, надійність яких врахована.

Таким чином, аналіз режимів різних варіантів роботи систем електропостачання ДЕС ПУ військами обґрунтовує побудови ймовірнісної моделі оцінки ефективності резервування системи електропостачання ДЕС ПУ у різних режимах застосування резерву та їх функціонування.

ВАРІАНТ ПОБУДОВИ ВІЙСЬКОВОЇ ІНФОРМАЦІЙНО-ЛОГІСТИНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ПУНКТІВ УПРАВЛІННЯ ВІЙСЬКАМИ

Убайдуллаєв Ю.Н[1]., Полтораченко Н.І[2]., Тарасов О.В[1]., СтолінецьС.Л[1].
[1]Кафедра військової підготовки Національного авіаційного університету
[2]Київський національний університет будівництва та архітектури, м. Київ

Метою запропонованої роботи є визначення складу і структури перспективної системи управління (СУ) Сухопутними військами, а також вимог до неї на підставі аналізу сучасних інформаційних технологій (ІТ) та застосуванні системотехнічного підходу.

Системотехнічний підхід визначає, що найпершою (вихідною) функцією будь-якого керуючого органу (СУ військами) є отримання по каналу зворотного зв'язку відомостей про стан і дії об'єкта управління (війська і зброю) і про зовнішнє середовище (дії противника, гідрометеоумови, РХБ-обстановка, стан території району бойових дій тощо).

Отже, процес вироблення і прийняття рішення є керуючим органом перетворенням інформації про стан керуємого об'єкта в командну (або керуючу, розпорядчу) інформацію, тобто в таку інформацію, за допомогою якої ставляться завдання об'єкту управління, і тим самим, його діям і функціонуванню системи в цілому придається цілеспрямований характер.

На думку авторів роботи така система буде здатна забезпечити рішення задач управління військами, а саме: збір, зберігання, контроль, класифікацію, структуризацію і т.д. первинної інформації, що надходить з різних джерел; здійснення розрахунків, аналіз, синтез і видачу довідкового матеріалу, варіантів прийняття рішень, планування та прогноз; доведення команд і розпоряджень до виконавців; контроль команд і розпоряджень тощо.

З аналізу задач управління випливає, що в СУ військами в першу чергу необхідно удосконалювати наступні підсистеми (модулі): автоматизовану підсистему (АП) зв'язку; автоматизовану інформаційну підсистему збору, контролю, класифікації і т.д. затребуваної інформації; АП доведення команд і розпоряджень; АП підтримки прийняття рішень; АП вирішення конфліктних ситуації; АП інтелектуалізації рішень, що приймаються; автоматизоване робоче місце (АРМ) військових фахівців. Ці системи необхідно будувати на основі сучасних і перспективних інформаційних технологій, багатокритеріальних моделей і методів, засобів оптимізації і моделювання складних багатокритеріальних систем, конфліктних систем, систем підтримки прийняття рішень, інтелектуальних військових ситуаційно-дорадчих систем тощо.

Нехтування ж або повільне розв'язання проблем впровадження сучасних ІТ в діяльність збройних сил, підхід до їх інформатизації за залишковим принципом робить країну практично беззахисною в разі використання противником засобів ведення війни, так званого, шостого покоління.

Застосування викладеного в роботі підходу до створення систем військового управління дозволить Збройним Силам України інтегрувати власну СУ до відповідних євроатлантичних структур, підвищити боєздатність та ступінь оснащення ІТ Збройних Сил України до рівня розвинутих країн світу.

МОДЕЛЬ ВИЗНАЧЕННЯ ПРИВЕДЕНИХ КРИТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ КРИТЕРІЇВ УРАЖЕННЯ ОСОБОВОГО СКЛАДУ УДАРНОЮ ХВИЛЕЮ ВІД ВИБУХУ ПАЛИВО-ПОВІТРЯНОГО СЕРЕДОВИЩА

Убайдуллаєв Ю.Н.

Кафедра військової підготовки

Національного авіаційного університету, м. Київ

Метою роботи є будування математичної моделі визначення приведених критичних параметрів критеріїв ураження особового складу ударною хвилею від вибуху паливо-повітряного середовища (ППС) та отримання узагальненого критерію ураження.

Як відомо, дія високоточних бетонобійних тандемних боєприпасів, що мають властивості об'ємного вибуху, характеризуються не тільки навантаженням захисних конструкцій, а й зміною стану ППС у внутрішньому об'ємі захисних споруд і формуванням газових зарядів, які при визначених умовах вибухають, досягаючи максимального руйнівного ефекту.

Для вирішення поставленого завдання надаються особливості вражаючої дії ударної хвилі від вибуху ППС на особовий склад.

Пряма вражаюча сила вибухової хвилі від вибухів ППС пов'язана з зміною тиску в навколишньому середовищі в результаті надходження повітряної вибухової хвилі. Людина особливо чутлива до таких факторів, як максимальний надлишковий тиск Δp_m в падаючій і відображеній хвилях, динамічний тиск, швидкість підвищення тиску до максимального значення після приходу вибухової хвилі і тривалість вибухової хвилі τ^+. Важливу роль грає також питомий імпульс вибухової хвилі. З інших факторів, які визначають ступінь ураження людини, нанесеного вибуховою хвилею, можна виділити зовнішній атмосферний тиск p_0, розмір, маса M та вік.

Ударні хвилі від вибухів ППС характеризуються кінцевим часом і низькими темпами наростання тиску, тобто великим часом дії надлишкового тиску Δp_m на об'єкти. При ударній хвилі, довжина зони стиснення якої більше характерних розмірів об'єкта ураження, навантаження носить "квазістатичний" характер, а деформація і зміщення об'єктів визначаються максимальним надлишковим тиском Δp_m. При дуже короткій хвилі реакція предмету на навантаження визначається питомим імпульсом фази стиснення ("імпульсні" навантаження). Динамічне навантаження є перехідним від імпульсного до квазістатичного, при цьому рівень впливу на об'єкт визначається тиском і імпульсом ударної хвилі.

«Визначений» вибір характеру навантаження при оцінці вражаючої дії вибухових хвиль пов'язаний із співвідношенням тривалості фази стиснення у хвилі τ^+ і періоду власних коливань об'єкта T.

Побудована математична модель по визначенню приведених критичних параметрів питомого імпульсу та максимального надлишкового тиску в ударній хвилі ППС і побудовані на їх основі часткові критерії та узагальнений критерій, повністю описують ураження особового складу. Перспективним напрямом подальших досліджень може бути вирішення завдання із визначенням ураження особового складу який знаходиться за укриттям, та вплив на особовий склад відображених ударних хвиль при вибухах ППС.

ВПЛИВ БОЙОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ НА ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ СТАН ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ

Федак С.С., Зонов О.В.

Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Аналіз бойових дій, показав, що діяльність військовослужбовців ЗСУ здебільшого відбувається в населених пунктах. Виконання завдань в даних умовах характеризується малою руховою активністю, високим нервово-емоційним напруженням, що переважно викликано обороною стратегічно важливих об'єктів (аеропорти, вокзали, заводи, лікарні, будинки, склади), чергуванням на блок-постах та тривале перебування в транспорті, окопах, бліндажах тощо.

Більшість часу під час виконання завдань в обмежених у просторі приміщеннях військовослужбовці проводять у вимушеному положенні (як правило стоячи), що переконливо свідчить про дію значної кількості негативних чинників на основні системи їхнього організму, що у результаті негативно відбивається на стані здоров'я, працездатності та ефективності бойової діяльності військовослужбовців.

Як відомо, низька рухова активність призводить до різноманітних порушень функцій систем організму, обміну речовин, погіршення стану опорно-рухового апарату.

У процесі ряду досліджень встановлено, що постійне обмеження рухової активності може призвести до порушення біохімічних реакцій, зниження функцій нервової системи, погіршення "доставки" кисню до серцевого м'яза та головного мозку, збільшення енергоємності роботи. У результаті в організмі розвивається явище кисневого голодування (гіпоксія) і відбувається накопичення вуглекислоти.

Вчені стверджують, що 4-годинна нерухомість у позі "стоячи або сидячи", за якої стомлення локалізується у м'язах шиї, спини та ногах, лише деякими військовослужбовцями переноситься без скарг на втому. Витрати нервово-м'язової енергії для збереження пози тим більші, чим більш не зручніша поза. В разі тривалого збереження одноманітної пози погіршується кровообіг, виникають застійні явища, знижується працездатність.

Таким чином, несприятливі чинники різко погіршують працездатність і здоров'я військовослужбовців та ефективність їх бойової діяльності у цілому. Тому постає необхідність виконання фізичних вправ для підтримання постійної фізичної готовності на достатньому рівні навіть під час виконання бойових завдань.

ЗАПРОВАДЖЕННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У ПІДГОТОВКУ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК

Федоров О.Ю., Циганков П.М., Марцінко Н.М.
Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, м Львів

Участь військових частин і підрозділів Сухопутних військ у відсічі збройної агресії російської федерації проти України потребує нарощування зусиль у підготовці навчених резервів для формування боєздатних формувань. Динамічність ведення бойових дій та різноманіття завдань, до виконання яких залучаються військовослужбовці змушує інтенсифікувати підготовку фахівців самих різних спеціальностей. Одним із напрямків, що активізують навчальний процес є запровадження штучного інтелекту (ШІ).

Штучний інтелект допомагає організовувати навчальний процес, керувати навчальними групами, формулювати і розподіляти завдання та контролювати їх виконання. Він надає можливість зосереджуватись на персоналізації навчання, допомагає аналізувати прогрес та виявляти сильні або слабкі сторони кожного військовослужбовця, адаптуючи навчальні програми та матеріали для більш ефективного засвоєння знань та навичок тими, хто навчається. Аналізуючи великі обсяги даних, ШІ може обробляти проміжні та заключні показники з навчальних тренувань та реальних бойових дій для виявлення закономірностей, оцінки ефективності різних методів навчання та прогнозування потенційних проблем і визначення шляхів їх вирішення.

Елементи ШІ можуть використовуватися як інтелектуальні помічники та тренажери для створення віртуальних інструкторів, які надаватимуть зворотний зв'язок та допомагатимуть військовослужбовцям в процесі навчання. В Україні також активно розвивається ШІ для обробки багатоканального потоку інформації, що циркулює у військових органах управління та удосконалення процесу прийняття рішень у бойових умовах.

Інноваційні технології дозволяють моделювати сучасні загрози із застосуванням противником нестандартних способів дій та новітніх засобів ураження і водночас відпрацьовувати ефективні способи захисту та протидії їм, забезпечують якісну підготовку командирів та особового складу підрозділів до ведення всіх видів бою (дій) у будь яких складних умовах обстановки.

Системи управління навчанням (LMS) Геймеріфікація та використання таких елементів гри, як бали і рейтинги, змагання для підвищення мотивації та залученості військовослужбовців до процесу навчання. Кіберспортивні підходи розглядаються для використання під час підготовки фахівців з інформаційної та кібербезпеки.

З впевненістю можна стверджувати, що застосування штучного інтелекту у навчальному процесі є важливим кроком на шляху модернізації військової освіти. Цей процес сприятиме подальшому розвитку системи підготовки військовослужбовців Сухопутних військ, що забезпечить підвищення рівня навченості командирів та особового складу підрозділів, їх готовності до реалізації набутих ними спроможностей.

ВЕКТОРИ РОЗВИТКУ ІНЖЕНЕРНОЇ РОЗВІДКИ В УМОВАХ ВИСОКОТЕХНОЛОГІЧНОГО БОЮ

Фтемов Ю.О.

Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, м. Львів

Війна нового покоління відзначається високою швидкістю змін на полі бою, що зумовлює потребу в оперативній адаптації, гнучкості рішень та активному використанні передових технологій. Це в повній мірі стосується інженерної підтримки, зокрема інженерної розвідки (ІР), яка забезпечує ефективне пересування військ, виявлення перешкод і створення безпечних маршрутів. В умовах зростаючих ризиків застосування традиційних підходів стає дедалі менш виправданим, що актуалізує пошук нових технічних рішень.

Провідне місце сьогодні займають безпілотні літальні апарати (БпЛА), здатні проводити оперативну аерофотозйомку, створювати детальні цифрові моделі місцевості, виявляти мінні поля, інженерні укріплення та замасковані об'єкти. Завдяки оснащенню мультиспектральними камерами, тепловізорами та лазерними сенсорами, БпЛА дозволяють не лише здійснювати поверхневий огляд, а й аналізувати структуру рельєфу та приховані загрози. Сучасні автономні стаціонарні комплекси, як-от SurveilSpire, здатні тривалий час вести спостереження за об'єктами інфраструктури в автономному режимі. Їх енергонезалежність, висока якість візуальних і теплових сенсорів, а також можливість передачі даних у реальному часі через супутникові канали роблять їх цінним інструментом у зоні бойових дій. Ще один важливий напрям – дослідження водних перешкод, що традиційно вимагає значних зусиль і ризику. Поява підводних безпілотних систем, таких як SeaBat T50-P, значно змінює ситуацію. Такі системи формують надточні 3D-карти дна водойм, виявляють поглиблення, перешкоди й мінімізують ризики для особового складу.

Високу ефективність демонструє використання штучного інтелекту, який дозволяє обробляти великі обсяги даних, виявляти закономірності, розпізнавати об'єкти, а також прогнозувати ймовірні дії противника. Алгоритми машинного навчання автоматизують класифікацію місцевості, ідентифікацію мін чи техніки противника, а також змін у ландшафті. Інтеграція даних із різних джерел – БпЛА, сенсорів, підводних платформ, камер спостереження – у єдину цифрову мережу дозволяє створити суцільне інформаційне поле, яке підтримує синхронізовану взаємодію між підрозділами, оперативне прийняття рішень та зменшення втрат. У цьому контексті пропонується концепція багаторівневої автономної системи ІР, до складу якої входять: наземні пункти спостереження, повітряні платформи, підводні розвідувальні системи, центр обробки інформації з інтегрованим AI та захищена система комунікації. Система має працювати автономно за рахунок альтернативної енергетики та інтелектуального управління енергоспоживанням. Її елементи активуватимуться за наявності визначених ознак, як-от рух, тепло чи зміни в середовищі. Запровадження такої системи дозволить перейти до комплексного, автоматизованого моніторингу, що відповідатиме потребам сучасного високотехнологічного бою та значно підвищить ефективність ІР.

ТАКСОНОМІЯ СІМПСОНА ЯК ІНСТРУМЕНТ ФОРМУВАННЯ РУХОВИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ У ВІЙСЬКОВІЙ ОСВІТІ

Хачатрян А.Х., Білик В.А.

Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківській політехнічний інститут», м. Харків

У сучасних умовах трансформації військової освіти особливої актуальності набуває впровадження ефективних педагогічних інструментів, які дозволяють цілеспрямовано формувати рухові навички, удосконалювати фізичну та спеціальну підготовку курсантів. Одним із таких інструментів є таксономія психомоторної сфери Сімпсона, яка передбачає поступове формування рухових дій за визначеними рівнями складності:

Сприйняття – здатність курсанта розпізнавати необхідні сигнали з навколишнього середовища, які вимагають рухової відповіді (наприклад, візуальні або звукові команди під час стройової чи тактичної підготовки).

Установка готовності – формування психофізіологічної та емоційної готовності до дії (курсанти налаштовуються на виконання вправ, займають вихідне положення, демонструють мотивацію до дії).

Керована реакція – початкове виконання дії з опорою на інструкції, зразок або підказки (наприклад, вивчення нової вправи з подальшим повторенням за викладачем).

Автоматизм – впевнене та узгоджене виконання дії, що стало звичним (відпрацювання вправ до рівня автоматизму, наприклад, підтягування або вправи на швидкість і витривалість).

Складна відкалібрована реакція – точне та ефективне виконання складних рухових дій у змінних умовах (наприклад, подолання смуги перешкод з урахуванням стресових або часових обмежень).

Адаптація – уміння змінювати або комбінувати рухи відповідно до нових умов (варіативне виконання фізичних завдань у зміненій тактичній обстановці, імпровізація у бойових вправах).

Креативне вдосконалення – здатність створювати нові рухові рішення або дії, що базуються на попередньому досвіді (наприклад, самостійна розробка ефективної тактики пересування в умовах бою).

Зміст таксономії Сімпсона логічно інтегрується в навчальну дисципліну "Фізичне виховання та спеціальна фізична підготовка", оскільки саме в межах цієї дисципліни відбувається формування психомоторних якостей, розвиток фізичних здібностей, відпрацювання рухових дій, формування бойових навичок та адаптація курсантів до умов професійної діяльності. Застосування принципів таксономії дозволяє ефективно планувати навчальні заняття, формулювати цілі відповідно до етапів підготовки, здійснювати диференційований підхід до навчання і контролю, що значно підвищує результативність освітнього процесу.

Таким чином, використання таксономії Сімпсона є потужним інструментом для системного формування рухових компетентностей курсантів, забезпечення їх готовності до виконання службово-бойових завдань у реальних умовах.

ЗАСТОСУВАННЯ ІННОВАЦІЙ У ПІДГОТОВЦІ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК

Циганков П.М., Чаган Ю.А., Марцінко Н.М.
Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, м Львів

Кризові ситуації завжди виступали каталізаторами інновацій. Відповідно і зараз, в умовах збройної боротьби з російським агресором, інноваційна діяльність є актуальною взагалі і, зокрема, у сфері військової освіти. На сьогодні застосування інновацій у бойовій підготовці військових частин і підрозділів Сухопутних військ Збройних Сил України відіграє важливу роль та надає значну кількість переваг, які підвищують ефективність навчання військовослужбовців та готовність підрозділів до адаптивного ведення сучасних бойових дій. Ось приклад застосування інновацій.

Використання симуляційних технології та віртуальної реальності (VR/AR) в тактичній підготовці дозволяє створювати реалістичні сценарії ведення бойових дій, без використання ресурсу техніки та витрати боєприпасів відпрацьовувати маневри і тактичні прийоми, питання управління, взаємодії та всебічного забезпечення дій підрозділів в різних умовах тактичної обстановки, місцевості, пори троку та часу доби.

Симулятори виявлення цілей та ведення стрільби із різних видів зброї на заняттях з вогневої підготовки дозволяють військовослужбовцям вдосконалювати навички спостереження за полем бою, ідентифікації виялених цілей, прицілювання, контролю зброї та корегування вогню в безпечному середовищі.

Підготовка операторів складної техніки з використанням симуляторів дозволяють опановувати управління танками, БМП, артилерійськими системами та іншою військовою технікою без ризику пошкодження обладнання та витрат пального. Існують AR-рішення, що дозволяють на базі реальних зразків зброї тренуватися ураженню цілей, включаючи імітацію ракет, гелікоптерів та літаків.

Медична підготовка, VR/AR можуть імітувати різні види поранень та невідкладних медичних ситуацій, дозволяючи відпрацьовувати навички надання першої медичної допомоги в умовах, максимально наближених до бойових.

Українська компанія Logics7 розробила навчальну систему UNITS, яка включає симулятори різного озброєння. Також існують розробки, як наприклад HeisterVR, що використовують VR для навчання військовослужбовців орієнтуванню в бойових умовах, розпізнаванню загроз та реагуванню на небезпеки.

Переваги застосування інновацій у бойовій підготовці є очевидними. Інноваційні методи однозначно підвищують ефективність навчання, дозволяють краще засвоювати знання та навички за менший час. Крім того, зменшення витрат матеріальних засобів і амортизації навчальної бази робить саме навчання більш економічнішим.

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ У ПІДГОТОВЦІ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК

Чаган Ю.А., Мокоївець В.І., Варванець Ю.В.
Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, м Львів

Кризові ситуації завжди виступали каталізаторами інновацій. В умовах збройної боротьби з російським агресором, інноваційна діяльність є актуальною і у сфері військової освіти. На сьогодні застосування інновацій у бойовій підготовці військових частин і підрозділів Сухопутних військ Збройних Сил України відіграє важливу роль та надає значну кількість переваг, які підвищують ефективність навчання та підготовки військовослужбовців.

Українська компанія Logics7 розробила навчальну систему UNITS, яка включає симулятори різного озброєння. Також існують розробки, як наприклад HeisterVR, що використовують VR для навчання військовослужбовців орієнтуванню в бойових умовах, розпізнаванню загроз та реагуванню на небезпеки. Симулятори виявлення цілей та ведення стрільби із різних видів зброї на заняттях з вогневої підготовки дозволяють військовослужбовцям вдосконалювати навички спостереження за полем бою, ідентифікації виявлених цілей, прицілювання, контролю зброї та ведення і корегування вогню в безпечному та контрольованому середовищі. Підготовка операторів з використанням симуляторів дозволяє опановувати управління танками, БМП, артилерійськими системами та іншою військовою технікою без ризику пошкодження обладнання та витрат пального. Медична підготовка, VR/AR може імітувати різні види поранень та невідкладних медичних ситуацій, дозволяючи відпрацьовувати навички надання першої медичної допомоги в умовах, максимально наближених до бойових.

Штучний інтелект (ШІ) допомагає зосереджуватись на персоналізації навчання. Він допомагає аналізувати прогрес, виявляти сильні або слабкі сторони кожного військовослужбовця. Аналізуючи великі обсяги даних, ШІ може обробляти проміжні та заключні показники з тренувань та реальних бойових дій для виявлення закономірностей, оцінки ефективності різних методів навчання та прогнозування потенційних проблем.

Переваги застосування інновацій у бойовій підготовці є очевидними. Інноваційні методи однозначно підвищують ефективність навчання, дозволяють краще засвоювати знання та навички за менший час.

Таким чином, з впевненістю можна стверджувати, що застосування інновацій є важливим кроком на шляху модернізації військової освіти. Цей процес сприятиме подальшому розвитку системи підготовки військовослужбовців Сухопутних військ Збройних Сил України, що забезпечить підвищення рівня навченості командирів та особового складу підрозділів, їх злагодженості та готовності до реалізації набутих ними спроможностей під час відсічі збройної агресії та виконання інших завдань із захисту суверенітету та територіальної цілісності України.

ОЦІНКА ЗАХИСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПРОТИРАДІАЦІЙНОГО ЗАХИСТУ ШЛЯХОМ ВИЗНАЧЕННЯ ШАРУ ПОЛОВИННОГО ПОСЛАБЛЕННЯ ДО ГАММА-НЕЙТРОННОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ РІЗНОЇ ЕНЕРГІЇ

Чернявський І.Ю., Овсянніков М.В.

Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Матеріал протирадіаційного захисту (ПРЗ) повинен володіти універсальними якостями: одночасно сповільнювати швидкі нейтрони до рівня теплових, поглинати нейтрони і запобігати подальшому поширенню вторинних гамма-квантів. Це передбачає поєднання в одному матеріалі водневмісних матеріалів, що уповільнюють нейтрони, і важких складових, що ефективно захищають від дії гамма-квантів. Нажаль останні дослідження ефективності розробленого ПРЗ були здійснені в кінці попереднього століття і потребують відновлення у зв'язку з існуючими ядерними та радіаційними загрозами.

Для досліджень захисних властивостей сучасних 29 зразків шаруватих матеріалів ПРЗ марки 21Ф/17Ф (що не містять свинцю) 20 % поліетилену та 80% поліізобутилену (ПОВ-20) та марки 22Ф/17Ф, що містять ~ 50% свинцю (за масою) та 0,3-0,5 % бору (ПОФ20/50) нами апробовано:

– використання плутонієво-берилового джерела нейтронів (Pu-Be) з потоком швидких нейтронів 10^5 нейтрон/с та енергією 4,5 МеВ;

– використання лінійного прискорювача Varian Clinac 600C з енергією фотонів до 6 МеВ, що моделює непружне та захватне гамма-випромінювання в повітрі;

– використання гамма-терапевтичного апарату РОКУС-АМ з енергією 1,25 МеВ, що моделює миттєві гамма-кванти ЯВ;

– використання рентгенівського симулятора Varian Acuity, з енергією 100 кеВ, що моделює осколкове гамма-випромінювання;

– використання ізотопу цезію-137 з енергією 0,661 МеВ для моделювання радіоактивно зараженої місцевості та дозиметричної установки ДП-100АД.

Шари половинного послаблення матеріалів ПРЗ, були розраховані графоаналітичним методом. Комплексна оцінка захисних властивостей матеріалів ПРЗ від двох компонентів гамма-нейтронного випромінювання дозволяє виділити зразок з номером 4 (матеріал 21Ф/17Ф), що володіє найкращими захисними властивостями як при впливі нейтронної компоненти з енергією 4,5 МеВ (шар половинного послаблення 4,1 см), так і при впливі фотонного випромінювання 6; 1,25; 0,661; 0,1 МеВ (шари половинного послаблення 12; 10,5; 7 та 7,5 см відповідно).

Результати дослідження складу даного матеріалу методами рентгенофлуоресцентного спектрального аналізу та комптонівського розсіювання рентгенівських променів на енергодисперсійному спектрометрі «Спрут» СЕФ01 показали наявність свинцю понад 50 % маси.

ПІДГОТОВКА ВІЙСЬКОВИХ КАДРІВ НА СУЧАСНОМУ РІВНІ ОСВІТИ

Чухліб В.Л. [1], Серпухов О.В. [2], Губський С.О. [1]

[1]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків,

[2] Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Підготовка фахівців для Збройних Сил України є завжди відповідальним та важливим процесом у забезпеченні обороноздатності України. Зараз з'являються нові технології та нове озброєння і рівень володіння їм забезпечує саме рівень освіти. При цьому важливо поєднання знань технологій отримання складових озброєння для правильного режиму його використання.

В Національному технічному університеті "Харківський політехнічний інститут» (НТУ "ХПІ") є всі складові для підготовки висококваліфікованого фахівця з озброєння танкових військ у Військовому інституті танкових військ (ВІТВ НТУ "ХПІ") та технологій виготовлення елементів озброєння та його захисту на кафедрі комп'ютерного моделювання та інтегрованих технологій обробки тиском (кафедра КМІТ НТУ "ХПІ").

Одною з провідних складових факультету озброєння та військової техніки ВІТВ НТУ "ХПІ" є науково-дослідна лабораторія, яка була створена у грудні 2017 року і є науково-дослідним підрозділом, суб'єктом наукової і науково-технічної діяльності та однією зі складових системи воєнно-наукових досліджень у сфері озброєння та військової техніки Збройних Сил України. При цьому саме взаємодія цієї науково-дослідної лабораторії з кафедрою КМІТ НТУ "ХПІ" дозволяє розробляти на сучасному рівні системи захисту броньованої техніки з використанням комп'ютерного моделювання в програмних комплексах. Одним із потужних сучасних програмних комплексів є спеціалізоване програмне забезпечення QFORM [1], яке дозволяє отримувати нові результати у сфері розробки технологій обробки металів тиском. Це дозволяє і розвивати сучасні технології безпосередньо у ВІТВ НТУ "ХПІ" і використати отриманні знання для підготовки військових фахівців.

Необхідно зосередити увагу на тому, що саме зараз під час повномасштабної війни це поєднання є особливо актуальним – створення сучасних наукоємних розробок та їх використання, як у навчальному процесі при підготовці військових фахівців, так і застосування цих розробок і знань безпосередньо на полі бою.

Література

1. Біба М.В. Досвід застосування програми QForm для моделювання процесів ОМТ в промисловості, освіті та дослідженнях/ М. В. Біба // Пластична деформація металів : матеріали наук.-практ. конф. : тез. допов., 22-26 травня 2017 р., м. Дніпро. – Дніпро, 2017. – Стор. 9.

СПОСІБ ПРОТИДІЇ БПЛА, ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬ СТІЛЬНИКОВУ МЕРЕЖУ ДЛЯ НАВІГАЦІЇ

Шабатура Ю.В., Свідерок С.М., Літневський Ю.С.
Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, м. Львів

Російсько-українська війна, що триває, радикально змінила усі звичні до цього стандарти і правила ведення бойових дій. Основною причиною є розвиток нових технологій, які почали використовувати для вирішення бойових залач. Поряд з вдосконаленнями і модернізацією традиційних вогневих засобів ураження саме розвиток безпілотних повітряних, наземних надводних і підводних систем сьогодні створив фактор суттєвої переваги на полі бою.

В даній роботі основну увагу буде приділено безпілотним літальним апаратам ударної дії, оскільки саме їх масове застосування спричиняє найбільшу шкоду для України. Відносно низька вартість БПЛА типу «Shahed-136» («Герань-2») та «Гербера» по відношенню до балістичних і крилатих ракет сприяє їх масовому виробництву в росії і відповідно масовому застосуванню для ураження різноманітних об′єктів на території України. Важливо відмітити, що для забезпечення розрахункової точності попадання в ціль на подібних БПЛА можуть використовуватися наступні традиційні системи навігації: інерціальна з корекцією і без; глобальні супутникові, GPS, ГЛОНАСС, BeiDou, Galileo; навігації по сигналам псевдосупутників, навігація по цифровій карті місцевості з застосуванням камер денного і нічного бачення. Оскільки навігація по цифровій карті потребує значних обчислювальних потужностей і дороговартісного обладнання її економічно невиправдано встановлювати на дешевих носіях. А, оскільки на більшій частині території України ворог не може встановлювати псевдосупутникові передавачі, то і цей вид навігації тут не застосовується. До недавнього часу на практиці залишалося використання двох типів навігації: інерціальної і супутникової. Як правило вони задіяні в парі, оскільки основною залишалась інерціальна, яка отримувала сигнали корекції від супутникової. Однак, завдяки розвитку систем РЕБ і, зокрема, запуску системи «Покрова», ворожі БПЛА практично втрачали орієнтацію в просторі і ймовірність їх попадання в заплановані цілі різко зменшилася.

На жаль таки ситуація виявилась не довготривалою, точність ураження цілей ворожими БПЛА невдовзі була відновлена. Причиною цього стало використання в ворожих БПЛА модемів стільникового зв′язку, які по суті використовуючи SIM-карти вітчизняних або зарубіжних операторів мобільного зв′язку змогли реалізувати стандартні функції навігації, які використовуються у звичайних телефонах.

В роботі пропонується розглянути простий і достатньо ефективний алгоритм, який передбачає обчислення швидкості переміщення носія SIM-карти і у випадку, коли вона буде перевищувати значення 150 км/год (середня швидкість польоту БПЛА типу «Shahed-136» лежить в межах 160-200 км/год) таку SIM-карту оператори стільникового зв'язку будуть блокувати.

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ ПІДРОЗДІЛІВ БПЛА ПРИ ВІДНОВЛЕННІ ПОШКОДЖЕНОЇ (НЕСПРАВНОЇ) ТЕХНІКИ

Шаповал Л.О., Герасимов С.В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У доповіді показано, що однією із інноваційних технологій, що набуває популярності в процесі відновлення пошкодженої (несправної) техніки, є використання безпілотних летальних апаратів (БПЛА). Спеціалізовані БПЛА можуть виконувати численні функції, які традиційно виконували люди, але з набагато більшою швидкістю та безпеки [1, 2]. Так, при діагностуванні з повітря БПЛА можуть використовуватись для огляду пошкодженої (несправної) техніки, особливо в важкодоступних або небезпечних зонах. Безпілотні апарати можуть здійснювати високоточну відеозйомку та передавати дані на пульт управління, дозволяючи ремонтним підрозділам отримати повну картину пошкоджень (виявити несправності) вузлів, агрегатів техніки без необхідності наближатись до неї.

Доставка запасних частин і ремонтних матеріалів за допомогою БПЛА безпосередньо до місця пошкодженої техніки. Це дозволяє зменшити час доставки і підвищити оперативність ремонтних робіт. У критичних ситуаціях, коли традиційна транспортна логістика не є доступною або безпечною, використання БПЛА є важливим інструментом для забезпечення ремонту.

Моніторинг місцевості за допомогою БПЛА дозволяє оперативне реагування на можливі критичні ситуації з технікою та здійснювати передавання інформації у реальному часі, що дозволяє приймати рішення щодо того, коли і як розпочати ремонтні роботи або евакуацію техніки.

Інтеграція системи керування ремонтними роботами з використанням штучного інтелекту та систем БПЛА також дозволить підвищити ефективність та автоматизувати організацію робіт із ремонту техніки. За допомогою таких систем можна аналізувати величезну кількість даних про технічний стан техніки, передбачати пошкодження (несправності) і планувати заходи щодо відновлення. Застосування дистанційно керованих систем дозволяє виконувати ремонтні роботи у більш небезпечних або важкодоступних зонах без прямої участі людей.

Література:

1. Герасимов С.В., Чернявський О.Ю., Нанівський Р. А. Комплектування полігону навчально-тренувальними комплексами для підготовки операторів безпілотних летальних апаратів. Збірник наукових праць Військової академії (м. Одеса). 2023. № 2 (20). С. 63-72. https://doi.org/10.37129/2313-7509.2023.20.63-72.

2. Герасимов С.В., Чернявський О.Ю., Томчук О.А. Обладнання полігону навчально-тренувальними комплексами для збільшення дальності дії систем управління безпілотних апаратів. Збірник наукових праць Військової академії (м. Одеса). 2024. № 1 (21). С. 77–86. https://doi.org/10.37129/2313-7509.2024.21.77-86.

РОЗРОБЛЕННЯ ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ БПЛА ТА ОСНАЩЕННЯ НИМИ ШТАТНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ВЕДЕННЯ ТЕХНІЧНОЇ РОЗВІДКИ ПОШКОДЖЕНИХ ЗРАЗКІВ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

Шевчик В.В., Акіншин О.Г., Задорожний А.О.

Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Використання безпілотних літальних апаратів (БПЛА) та оснащення ними штатних засобів для ведення технічної розвідки пошкоджених зразків озброєння та військової техніки є важливим елементом сучасної військової стратегії. У зв'язку з розвитком технологій БПЛА, таких апаратів стає все більше, і їхнє застосування для вирішення завдань, пов'язаних з технічним оглядом та аналізом пошкоджень техніки, набуває все більшого значення.

Для огляду та аналізу пошкоджень техніки БПЛА можуть бути оснащені камерами високої роздільної здатності, тепловізорами та іншими спеціалізованими сенсорами для детального огляду пошкоджених зразків озброєння та техніки. Оснащення БПЛА камерами з високою роздільною здатністю (наприклад, 4K або 8K), що дозволить отримати чітке зображення пошкоджень навіть у складних умовах. Використання тепловізорів для виявлення залишкових пошкоджень, таких як перегрів компонентів, або для перевірки стану двигунів та інших критичних частин техніки. Встановлення інфрачервоних сенсорів для оцінки пошкоджень на металі, пластмасах або інших матеріалах, які можуть бути непомітними для звичайних камер.

Безпілотними апаратами можуть здійснювати швидкий огляд великих площ, а також проводити аналіз пошкоджень після бойових дій, фіксуючи види ушкоджень, їхню локалізацію та ступінь.

Для підвищення ефективності технічної розвідки важливо створити систему, що автоматично збирає дані з БПЛА та передає їх до центрального штабу для подальшого аналізу.

До автоматичного процесу збору даних і обробки інформації відносятся розробка програмного забезпечення для автоматичної ідентифікації типів пошкоджень за допомогою штучного інтелекту (ШІ) та алгоритмів комп'ютерного зору, підключення БПЛА до єдиної інформаційної системи армії, що дозволить автоматично передавати дані та генерувати звіти для оперативного прийняття рішень.

Інтеграція безпілотних літальних апаратів в систему технічної розвідки пошкоджених зразків озброєння та військової техніки значно підвищить ефективність оцінки пошкоджень, зменшить час на ремонт та відновлення техніки, а також допоможе оптимізувати логістичні та бойові операції. Розвиток таких технологій дозволить більш ефективно реагувати на бойові втрати та підвищить готовність військових підрозділів до виконання завдань у складних умовах. Необхідна підготовка спеціальних підрозділів, які б мали можливість використовувати БПЛА для моніторингу і оцінки пошкоджень на техніці.

ВИЖИВАННЯ ВОЇНІВ ЗА УМОВ ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ

Шикула Р.Р., Чернявський О.Ю., Кумпан О.О.
Військовий інститут танкових військ національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У роботі розглянуто питання щодо виживання людини в умовах ведення бойових дій.

Повномасштабна війна в Україні призвела до ситуації, коли з 2022 року мільйони військових та цивільних людей опинилися в умовах, коли доводиться ховатись у підвалах або укриттях без світла, тепла, води, жити без доступу до медичної допомоги чи їжі, виживати у лісі, полі, на руїнах спустошених міст та селищ [1, с.4]. У сучасних війнах лінія фронту часто нестабільна. Військовослужбовці можуть опинитись: у зоні окупації, відрізаними від постачання продуктів та засобів зв'яку, тощо.

Виживання в умовах ведення бойових дій включає різні складові. Психологічна витривалість допоможе зберігати спокій під обстрілами, підтримувати колег у кризових ситуаціях, здолати паніку та шок. Знання медичної самодопомоги допоможе зупинити кровотечу (наприклад, турнікетом), провести дії при пораненнях, контузії, мати належні ліки у "аварійній валізці". Підготовленість до виходу з небезпечної зони дозволить знайти безпечні маршрути й укриття, комунікувати без мобільного зв'язку. Інформаційна грамотність допоможе розпізнавати дезінформацію, слідкувати за сигналами повітряної тривоги, діяти при хімічній або ядерній загрозі.

Уміння виживати - це не лише для військових чи туристів. Це стає реальним засобом самозахисту в сучасних умовах:

- у Херсоні після підриву Каховської ГЕС - виживання у затопленій зоні.
- у Маріуполі - виживання під обстрілами, в підвалах без води й світла.
- на Донбасі - виживання в покинутих селах і селищах.

Також у тилових регіонах варто знати основи виживання - війна показала, що безпека може стати крихкою будь-де. Вважаємо за потрібне надати кілька порад щодо виживання в умовах ведення бойових дій.

1. Не панікуйте. Зупиніться, зробіть глибокий вдих і оцініть ситуацію тверезо. 2. Знайдіть орієнтири. Навіть якщо немає компаса, зорі, сонце, мох на деревах і течія річок можуть допомогти визначити напрямок. 3. Вода. Шукайте джерела води: струмки, дощ, росу. 4. Побудуйте укриття. 5. Вогонь - ваш союзник. Він зігріває, відлякує звірів, стерилізує воду, сигналізує (за потреби). 6. Харчування. Без їжі можна протриматись до 3 тижнів, але енергія важлива. Легше вижити на горіхах, ягодах, комахах, дрібних тваринах. Не їжте незнайомі гриби або рослини, краще терпіти голод, ніж отруїтись. Важливо пам'ятати: *"Той, хто готовий - виживе. Той, хто вміє - захистить."*

Література:

1. Зменшення шкоди для цивільних при веденні бойових дій у міських умовах посібник командира. МКЧХ, 2022 р. 96с.

УДОСКОНАЛЕННЯ ДОДАТКОВОГО АНТИ-ДРОНОВОГО ЗАХИСТУ ТАНКІВ ВІД FPV-ДРОНІВ

Шинкар Є.В., Зварич А.Я.
Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, Львів

У сучасних бойових діях безпілотні літальні апарати (БПЛА), особливо дрони FPV, відіграють ключову роль у розвідці, коригуванні вогню та нанесенні точкових ударів по бронетехніці. Танки, попри свою броньовану міць, стають вразливими перед дронами-камікадзе, що несуть кумулятивні заряди або протитанкові боєприпаси. Це зумовлює необхідність розробки і впровадження додаткового анти-дронового захисту, адаптованого до новітніх викликів на полі бою.

Досвід використання танків Leopard 1A5 показує, що всі танки були вражені за допомогою FPV-дронів при супроводжені їх розвідувальними дронами. Так, практика застосування зазначених танків показала, що в разі їх виявлення противником з повітря одразу підіймається FPV – дрон з осколково фугасним боєприпасом, який керується на оптоволокні, його основна задача – нанести ураження в область башти танку (мангалу), щоб нанести ураження засобам РЕБ, що встановлені на башті. Після ураження засобу РЕБ, ворог задіює свої FPV-дрони (звичайні) з кумулятивною бойовою частиною, задача яких – зупинити танк, нанести йому критичне пошкодження моторно-трансмісійної частини. Далі починається «добивання», коли декілька FPV-дронів починають наносити ураження в башту з метою здійснення детонації боєкомплекту танку. Після ураження двигуна та зупинки танку, ворог задіює дрони з кумулятивними скидами.

Ефективно показала себе система під назвою «їжак», а саме наварювання на корпус танку труб, в середину яких вварюються пучки арматури (діаметром 16 – 18 мм), які спрямовані вверх з розгалуженням. Це дозволяє ззовні на висоті до 1,5 м захистити корпус танку.

Загроза з боку ворожих FPV-дронів-камікадзе, які несуть вибухові боєприпаси, та постійне зростання масштабів їх застосування суттєво актуалізують питання ефективного захисту бронетехніки. На жаль, існуючі засоби протидії на сьогодні не забезпечують гарантованого захисту, а їх ефективність значною мірою залежить від умов застосування, типу дрона та особливостей місцевості.

У зв'язку з цим лише комплексне застосування різних методів захисту — конструктивного, електронного, маскувального та активного — може значно підвищити рівень стійкості танків до атак FPV-дронів. Окремо варто наголосити на необхідності своєчасного виявлення повітряної загрози. З цією метою необхідно організувати:

постійний моніторинг повітряної обстановки;

прикриття маршрутів висування танків спеціалізованими підрозділами з антидроновими засобами.

Такий підхід дозволить забезпечити вищу живучість техніки та знизити втрати від атак малогабаритних БПЛА противника.

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ПІДГОТОВЦІ ОСОБОВОГО СКЛАДУ

Шмиголь В.С., Яровий В.С., Кугот О.Л.,
Ющенко Ю.М.
Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації
імені Героїв Крут, м. Київ

Збройні Сили України є передовими з вивчення та впровадження військового процесу інноваційних технологій в підготовці особового складу з подальшим використанням накопичених знань у бойових умовах. Потрібно відзначити, що підготовка особового складу вимагає комплексного підходу, що охоплює навчання, адаптації та підтримку. Швидкий технологічний прогрес та зміна воєнного середовища в реаліях теперішнього часу призводити до постійної зміни та вдосконалення підготовки з урахуванням розвитку передових технологій для врахування нових викликів та потреб сучасних військових операцій.

Актуальність проведення підготовки полягає у впровадженні інноваційних технологій, а саме теоретичної та практичної складової. Велике значення для якісної підготовки є проведення високотехнологічних тренувань у віртуальних середовищах, що імітують бойові умови зі стресовими факторами, використання технологій у комбінації з традиційними методами (наприклад, дрони + піхота), відпрацювання аварійних сценаріїв, вивчення принципів роботи, можливостей та обмежень нових систем (дрони, ШІ, кіберзасоби тощо).

Не менш важливим етапом є психологічна підготовка що включає в себе тренування в умовах шуму, дезінформації та тимчасового збою технологій.

Велике значення для якісної підготовки особового складу має саме навченість та підготовка самих викладачів та інструкторів. Для цього потрібно запровадити курси для командирів щодо вивчення та впровадження та інтеграції передових технологій. Налагодження роботи щодо зворотного зв'язку після тренувань для корекції тактики, спільні навчальні сесії з інженерами для швидкого вирішення технічних проблем.

Враховуючи вище зазначене, можна впевнено стверджувати, що ефективна підготовка вимагає балансу між технічною компетентністю, психологічною стійкістю та адаптацією організаційних процесів. Ключовим є створення системи, де технології посилюють можливості бійців, а не стають їхньою слабкістю.

КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД ДО РОЗВИТКУ СИЛИ ТА СИЛОВОЇ-ВИТРИВАЛОСТІ У КУРСАНТІВ

Щур Т.Г., Лукинів В.І.

Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У дослідженні проаналізовано сучасні підходи до розвитку сили та силової витривалості курсантів вищих військових навчальних закладів. Ураховуючи специфіку служби в ЗСУ, ці фізичні якості є критично важливими для виконання завдань у складних умовах. Сила дозволяє долати зовнішній опір, а силова витривалість — зберігати працездатність упродовж тривалого часу.

Існуючі програми фізичної підготовки часто виявляються недостатньо індивідуалізованими, що знижує їх ефективність. Запропоновано впровадження періодизації тренувального процесу, яка включає послідовний розвиток загальної сили та витривалості. Ефективними визнано: вправи з обтяженням, колові тренування, марш-кидки, функціональні вправи, а також тренування в умовах, наближених до бойових.

Особлива увага приділена психологічній складовій: фізичні навантаження активізують ЦНС, викликають стрес, що потребує підготовки до емоційної напруги. Перспективними є високоефективні інтервальні тренування (HIIT), які одночасно впливають на силові та енергетичні системи організму.

Комплексний, науково обґрунтований підхід дозволяє формувати не лише фізичну силу, а й моральну витримку — ключові якості сучасного військового лідера.

Література:

1. Петрук А.П. Оптимізація методичної складової системи фізичної підготовки курсантів вищих військових навчальних закладів: дис. канд. наук з фіз. виховання і спорту: 24.00.02 / Придніпровська держ. акад. фіз. культури і спорту. – Дніпро, 2018. – 210 с.

2. Піддубний О.Г. Оптимізація фізичної підготовки курсантів вищих військових навчальних закладів у період первинного професійного навчання: дис. канд. наук з фіз. виховання і спорту: 24.00.02 / Харківський ін-т танкових військ. – Харків, 2021. – 198 с.

3. Романчук С.В. Фізична підготовка курсантів військових навчальних закладів Сухопутних військ Збройних сил України: монографія. – Львів: АСВ, 2022. – 366 с.

КІНЕЗІОТЕЙПУВАННЯ ЯК МЕТОД ПІДВИЩЕННЯ ФІЗИЧНИХ ЯКОСТЕЙ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ ЗСУ

Юр'єв С.О., Хачатрян А.Х.

Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківській політехнічний інститут», м. Харків

Актуальність застосування кінезіотерапії для військовослужбовців Збройних сил України зумовлена високими фізичними навантаженнями та стресовими умовами несення служби, особливо в умовах бойових дій. Специфіка військової служби передбачає інтенсивні навантаження на опорно-руховий апарат, що підвищує ризик травматизму та розвитку функціональних порушень. Кінезіотерапія як метод лікування та профілактики за допомогою спеціально підібраних рухових вправ дозволяє не лише відновлювати функціональність після травм, але й оптимізувати фізичну підготовку, запобігати виникненню травм та підвищувати загальну ефективність рухової діяльності військових.

Кінезіотерапевтичні методики мають прямий вплив на ефективність виконання базових фізичних вправ, зокрема підтягування, біг на 100 м та біг на 3 км, які є обов'язковими нормативами під час підписання нового або продовження існуючого контракту з ЗСУ. Цей зв'язок проявляється через:

Підтягування на перекладині – кінезіотерапевтичні вправи для зміцнення м'язів спини, плечового поясу та передпліч створюють необхідну функціональну базу для виконання підтягувань. Корекція рухових патернів та балансу м'язових груп верхньої частини тіла значно підвищує ефективність і безпечність виконання цієї вправи.

Біг на 100 м – спринтерські навантаження вимагають оптимальної міжм'язової координації та балансу між різними групами м'язів нижніх кінцівок. Кінезіотерапія покращує нервово-м'язову провідність, координацію та вибухову силу, що безпосередньо впливає на результативність у спринті.

Біг на 3 км – витривалість, необхідна для успішного проходження цього нормативу, значно підвищується завдяки кінезіотерапевтичним технікам, спрямованим на розвиток аеробних можливостей, покращення постави та біомеханіки бігу, що зменшує енерговитрати та підвищує ефективність кисневого обміну.

Попередні дослідження свідчать про значний потенціал кінезіотерапії в контексті підвищення ефективності виконання базових фізичних нормативів військовослужбовцями. Проте ця тема потребує подальшого комплексного дослідження з проведенням контрольованих випробувань у реальних умовах військової служби. Необхідна розробка спеціалізованих кінезіотерапевтичних програм з урахуванням індивідуальних характеристик військовослужбовців для максимальної оптимізації їхньої фізичної підготовки.

Література:

Гунченко В., Хачатрян А., Мішин М., Юр'єв С. Впровадження кінезіотерапії в процес реабілітації військовослужбовців із травмами хребта. Фізична активність, здоров'я і спорт. 2024.

ОЦІНКА АКТУАЛЬНОСТІ ЕФЕКТИВНОГО ЗАСТОСУВАННЯ БПЛА ПІД ЧАС ПОВІТРЯНОЇ РАДІАЦІЙНОЇ РОЗВІДКИ МІСЦЕВОСТІ

Янчук М.Д., Пєнкін Б.Р.

Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Розробка і виробництво сучасного БПЛА – це далеко не завдання авіабудування в його традиційному розумінні як виробництво літального апарата.

Відмінною особливістю БПЛА є його орієнтованість на задачу. Літальний апарат тут виконує важливу, але одну з багатьох функцій.

Актуальність застосування БПЛА для радіаційної розвідки в умовах повномасштабного вторгнення рф проти України є надзвичайно високою та важливою.

Ось кілька ключових аспектів, що підтверджують цю актуальність:

Швидкість та оперативність:

БПЛА дозволяють оперативно отримувати дані про радіаційний фон на великих територіях, що є критично важливим у випадках аварій на ядерних об'єктах або інших надзвичайних ситуаціях та під час ведення бойових дій.

Вони можуть швидко досягати важкодоступних або небезпечних зон, де перебування людей неприпустиме.

Безпека:

Використання БПЛА мінімізує ризик для життя та здоров'я персоналу, який проводить розвідку.

Вони дозволяють отримувати необхідні дані без безпосереднього контакту з радіоактивними матеріалами.

Точність та деталізація:

Сучасні БПЛА оснащені високочутливими датчиками та камерами, що дозволяють отримувати точні та детальні дані про рівень радіації.

Вони можуть створювати карти радіаційного забруднення з високою роздільною здатністю, що є важливим для прийняття рішень щодо евакуації та ліквідації наслідків.

Економічна ефективність:

Використання БПЛА є більш економічно вигідним порівняно з традиційними методами радіаційної розвідки, такими як використання пілотованих літаків або вертольотів.

Вони вимагають менше ресурсів для експлуатації та обслуговування.

Універсальність:

БПЛА можуть використовуватися для різних завдань, включаючи моніторинг радіаційного фону, виявлення джерел радіації, оцінку наслідків аварій та контроль за ліквідацією радіаційного забруднення.

Вони можуть працювати в різних погодних умовах та на різних типах місцевості.

Отже, ефективне застосування БПЛА під час повітряної радіаційної розвідки місцевості є важливим інструментом для забезпечення безпеки та отримання оперативної інформації в умовах радіаційної небезпеки.

МІСЦЕ ВІЙСЬКОВОГО ПРАВА В СИСТЕМІ ПІДГОТОВКИ КАДРІВ ДЛЯ СЕКТОРУ БЕЗПЕКИ І ОБОРОНИ УКРАЇНИ: НООСФЕРНИЙ ПІДХІД

Яременко Ф.В., Сахненко Н.І.

Кафедра Військової підготовки офіцерів запасу Військово-юридичного університету імені Ярослава Мудрого, м. Харків

Традиційне військове право базується на захисті держави, управлінні військовими структурами та забезпеченні дисципліни. Проте в умовах глобальних трансформацій воно має виконувати нові функції — сприяти миротворчості, запобіганню конфліктам та гармонізації міждержавних і суспільних відносин.

Суть ноосферного підходу полягає у переході від силового протистояння до етичного та інтелектуального врегулювання конфліктів. Він базується на принципах:

відмови від конфронтації;

гармонізації військової діяльності з природними циклами;

розвитку миротворчої компетентності через освіту, діалог, кооперацію.

Освіта військових кадрів у цьому контексті передбачає:

інтеграцію ноосферних ідей у навчальні програми;

акцент на мирне вирішення спорів, медіацію та етику;

особисту відповідальність військових у соціальному та екологічному вимірах.

Освітні програми можуть формуватись у партнерстві між державними академіями, миротворчими структурами й кооперативними спільнотами, що просувають ноосферну економіку.

Ноосферна стратегія – це не лише новий правовий підхід, а й засіб формування цивілізації, орієнтованої на співжиття, культуру та духовний розвиток. Замість мілітаризації мислення – превентивні моделі безпеки та механізми мирного врегулювання.

Ноосферний підхід до військового права пропонує зміну вектора розвитку сектору безпеки від збройного протистояння до миротворчої кооперації. Навчання військових кадрів у цьому ключі дозволяє створювати армії нового типу – не як інструмент агресії, а як гаранта стабільності, безпеки та гармонійного розвитку людини, суспільства та довкілля.

Такі підходи акцентують увагу на розвитку критичного мислення, етичного ставлення до життя та впровадженні інновацій, які сприяють миротворчості та стабільності. Військова освіта в такому контексті спрямована на розвиток лідерських якостей, соціальної відповідальності та екологічної свідомості через інтеграцію науки, яка може сприяти зменшенню конфліктів.

Успішна імплементація ноосферного військового права потребує спільних зусиль держав, міжнародних організацій та кооперативних структур, які прагнуть формувати безконфліктний світ на основі етики, знань і відповідальності перед майбутніми поколіннями. Саме знання, етика та спільне благо стають основними принципами формування кадрів сектору безпеки та оборони.

УДОСКОНАЛЕННЯ РУХОМИХ ЗАСОБІВ РЕМОНТУ РЕМОНТНО-ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ПІДРОЗДІЛІВ

Яровий В.С., Жилінський І.В.; Шмиголь В.С.;
Гулій В.С.; Терещенко О.М.
Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації імені Героїв Крут, м. Київ

Сьогодні, в умовах війни з рф, країни-партнери України здійснюють технічну допомогу (вогневі засоби ураження, засоби зв'язку, навігації, радіоелектронного обладнання, спостереження та попередження, автомобільна та бронетанкова техніка, авіаційні засоби і т.ін.), також активізувалося багато різних підприємств, окремих виробників з виготовлення або модернізації рухомих ремонтних засобів. Для якісного, швидкого виконання завдань з відновлення пошкодженої техніки в польових умовах керівниками ремонтно-відновлювальних підрозділів приймаються найрізноманітніші рішення.

Одним з таких рішень є фактична заміна штатної машини ремонту і технічного обслуговування (МРТО) на базі ЗіЛ-131 на мікроавтобус типу Volkswagen T5, або аналогом, з одновісним причепом. Сам мікроавтобус та причеп до нього обладнаний необхідними робочими місцями, спеціальним приладдям та мобільними робочими місцями, які є в наявності в МРТО, а також дообладнано додатковим обладнанням, яке найнеобхідніше для швидкого відновлення незначних пошкоджень. Таке рішення дозволяє збільшити мобільність ремонтних бригад, зменшити витрати пального та часу на проведення робіт з ремонту в польових умовах.



Рис. 1. Заміна МРТО

Тому перегляд і удосконалення рухомих засобів ремонту ОВТ в ремонтно-відновлювальних підрозділах є актуальним та необхідним завданням для прискорення робіт з відновлення пошкодженої техніки в польових умовах під час бойових дій.

ПОДОЛАННЯ ГЕНДЕРНИХ СТЕРЕОТИПІВ У СФЕРІ БЕЗПЕКИ І ОБОРОНИ

Яхін Р.Р., Леонтєва Л.В.
Військово-юридичний інститут
Національного юридичного університету, м. Харків

Розвиток України як демократичної держави вимагає реалізації принципу гендерної рівності в усіх сферах, включно з сектором безпеки та оборони. Незважаючи на законодавче закріплення рівних прав жінок і чоловіків, у силових структурах залишаються гендерні стереотипи, що знижують ефективність сектора, особливо в умовах протидії збройній агресії.

Проблему досліджують українські науковці. І. М. Шопіна наголошує на необхідності комплексного підходу: правові, організаційні та соціально-психологічні заходи. В. В. Левченко зазначає, що вплив стереотипів ускладнює реалізацію законодавчих норм, а А.Л. Помаза-Пономаренко підкреслює потребу трансформації організаційної культури силових структур.

Аналіз практики виділяє три основні типи гендерних стереотипів: Переконання щодо обмежених фізичних можливостей жінок для бойових завдань. Відведення жінкам допоміжних посад та обмеження доступу до керівних позицій. Сприйняття сімейних обов’язків як перешкоди кар'єрі лише для жінок. Подолання стереотипів вимагає гармонізації законодавства з міжнародними стандартами, розробки інструкцій, моніторингу виконання нормативів та створення механізмів реагування на дискримінацію. І. М. Шопіна підкреслює важливість інтеграції гендерних аспектів у програми підготовки військовослужбовців, а А.Л. Помаза-Пономаренко — запровадження гнучких форм роботи й підтримки сімей.

Необхідно популяризувати успішні приклади гендерної інтеграції через інформаційні кампанії та висвітлення досягнень жінок і чоловіків. Гендерні стереотипи залишаються суттєвою перешкодою, а їх подолання шляхом системних змін підвищить боєздатність та ефективність сектору безпеки і оборони України.

FORMATION OF LEADERSHIP QUALITIES IN THE CONDITIONS OF PROFESSIONAL MILITARY EDUCATION

O.Dychko, S. Han

Military Institute of Armored Forces of National technical university "Kharkiv polytechnic institute", Kharkiv

The formation of leadership qualities of future military in a country of war is an extremely urgent problem.

The purpose of the work is to study the psychological features of leadership formation among professional military education applicants, the study of didactic mechanisms of the formative process and the role of leadership qualities in building a future career in the military field. Leadership qualities are manifested in practical activity, moral position, leadership abilities, communicative and organizational inclinations, leadership styles.

After all, a leader is not just a person endowed with official power, but the most authoritative personality, capable of leading in any situation, deeply understanding the processes that take place in service teams, to make the right conclusions and make informed decisions, to actively influence the moral and psychological state of personality [1].

Emotional intelligence is one of the main components of leadership qualities, especially in the military sphere, where it is important to maintain effective interaction in conditions of increased psychological pressure [2].

A critical approach to evaluating activities allows you to form caution and care, which is an important factor in maintaining health and life. The leader is a social product. Accordingly, the formation is influenced by all the main factors of mental development: environment, education, education (external factors) and their own activity, heredity (internal factors). The leader has a certain set of personal qualities and formed skills [3].

By concerning the material presented above, it is possible to reach the guide that leadership qualities are a dynamic category and are determined by the specific activity of the individual. Depending on the stage of socialization can be called the features of leadership qualities. At the initial stage of military-professional socialization, it is important to reduce personal responsibility for the decisions made. The stage of socialization of servicemen significantly influences the development of leadership qualities.

Literature:

1. McLarnon M.J.W., Rothstein M.G. Development and initial validation of the Workplace Resilience Inventory. Journal of Personnel Psychology, 2013, vol. 12(2), pp. 63-73.
2. Goleman, D. *Emotional Intelligence: Why It Can Matter More Than IQ*. New York, NY: Bantam Books. 1995.
3. Kokun O.M., Pishko I.O/, Lozinska N.S., Oliynyk V.A. Psychodiagnosis of leadership qualities of servicemen: method. a manual. K.: «7BZ» LLC, 2023. 171 p.

FEATURES OF THE USE OF EDUCATIONAL POSTERS IN A MILITARY HIGH SCHOOL

D. Havriushenko, K. Bakanov, H. Zaverukha, Ye. Trach, D. Bohomolov
Military Institute of Armored Forces of National technical university "Kharkiv polytechnic institute", Kharkiv

The role of posters in education goes beyond simply conveying facts and figures; they are powerful tools for creativity, interaction, communication, and critical thinking. For both teachers and students, posters offer a dynamic and interactive way to approach science education, making complex ideas more accessible, memorable, and inspiring. By harnessing the visual power of posters, we can change the way science is taught, understood, and evaluated for future generations. This is achieved by defining a topic that is relevant and necessary for each poster; a purpose and objective; materials; and a thoughtful structure and interrelationships of elements and their arrangement [1, 2].

As features of using educational posters, we will define such as ease of use: an interactive poster does not require rigid installation, it can be made in a mobile version; rich visual material; photographs and illustrations that give an advantage over other products and teaching aids; group and individual approach, which allows you to organize work with both the entire educational group (including use on an interactive board, demonstration screen), and with each individual cadet; educational material of the programs is presented in the form of logically completed separate fragments, which allows the teacher to construct an educational trajectory. In modern higher military education, where complex foreign language concepts are difficult to understand, posters break these complex ideas into manageable, visually attractive parts [3].

We note that this is achieved by defining interconnected and necessarily sufficient topics for each poster; goals and objectives; materials; a well-thought-out structure and interconnections of elements and their arrangement.

A further direction of work, it is advisable to consider the proposed educational posters as a basis for creating interactive posters.

References:

1. A. V. Budnyk. Ukrainian theater poster of the 1920s–1930s: from eclecticism to constructivism. Art history notes. 2015. No. 27. P. 308–318.

2. Utoyo A., Aprilia H., Kuntjoro-Jakti R., Kurniawan A. Visual communication design: Poster as an important way to encourage social distance in Jakarta when the epidemic 19. IOP *Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 2021. No. 729(012140). DOI:10.1088/1755-1315/729/1/012140.

3. Gladun O. Ukrainian poster: stages of development of visual-plastic language. *Collection of scientific works Contemporary art.* 2018. No. 14. P. 115–122. DOI:10.31500/2309-8813.13.2018.152212.

FEEDBACK IN THE PEDAGOGICAL INTERACTION BETWEEN INSTRUCTOR AND CADET

V. Ivanenko, A. Bogdan
Military Institute of Armoured Forces of National technical university "Kharkiv polytechnic institute", Kharkiv

The learning process at any stage involves direct interaction between the instructor and the students. Every cadet should feel that they are not detached from what is happening, not left on the sidelines of the issue being discussed, but rather included in the discussion and given the opportunity to express their opinion on an equal footing with others. At the same time, their point of view must be considered and evaluated objectively.

Thanks to sustained contact with the audience, the instructor can fully utilize the feedback channel to organize control and management of the educational process.

In pedagogy, the concept of "feedback" is primarily associated with the need to monitor student performance. The implementation of ongoing, intermediate, and final assessments of how well students have mastered the curriculum is an integral part of the learning process. The completion of specific written and oral tasks by students, aimed at determining their level of knowledge acquisition and their readiness to apply this knowledge in practical contexts, represents only one side of the feedback process. Such assessment reflects the outcomes of the work done by both the instructor and the student, as well as the entire class.

Every cadet present in the classroom expresses their attitude toward what is happening during the lesson. Therefore, through the feedback channel, the audience can interact with the instructor, who, in turn, must promptly track and analyze the information received and, if necessary, use it to adjust the course of the lesson.

The concept of "feedback" in pedagogy should not be limited to interactions between the instructor and cadets during classroom sessions. Independent work outside the classroom, cadets' participation in field training, and involvement in research activities conducted by the department also involve constant contact with the instructor, who acts as a research supervisor.

The successful establishment of feedback enables the instructor to more effectively organize classes, taking into account the personal characteristics of the cadets, as well as to guide the development of skills and competencies necessary for self-education and professional activities. It is precisely the presence of sustained contact with cadets that defines the professional level and genuine authority of the instructor.

References:

1. Techniques of Pedagogical Skills: Freedom of Choice. Activity. Feedback. Idealness. A Teacher's Guide, 2019.

2. Thanks for the Feedback – Douglas Stone & Sheila Heen, p. 368, 2015

APABILITIES OF A SMALL ROBOTIC COMPLEX FOR CBR SAMPLE COLLECTION IN CASE OF BIOLOGICAL WEAPON THREATS AND BIOTERRORIST ATTACKS

S. Levadna., S. Malovanyi
Military Institute of Armored Forces of the National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

The U.S. Centers for Disease Control and Prevention (CDC) defines four main categories of targets that may be developed and used for biological weapons. These targets include humans/society, agriculture (both livestock and crop sectors), agricultural product processing, technologies (biotechnological and food industries), and the environment.

Biological weapons can be delivered via air, water, or living transmission vectors (mosquitoes, ticks, fleas, flies, rodents). In case of a threat involving biological agents, it is necessary to ensure rapid and high-quality sampling of atmospheric air, water from various sources at different depths, soil, vegetation, suspicious powdery and liquid substances, animal bodies or small organisms, and surface swabs in affected areas.

Sample collection is carried out using a small robotic complex for CBR (chemical, biological, radiological) contamination sampling, which is equipped with a set of special sensors designed to detect, identify, and collect samples for further laboratory analysis of chemical warfare agents, hazardous chemicals, biological agents (biological material), and radioactive substances. It also includes a manipulator for remote biological sample collection and a weather station to determine environmental conditions at the sampling point.

A significant number of robotic complexes of foreign origin are represented by manufacturers such as: ECA (France), Allen Vanguard (Canada), QinetiQ, Cobham (UK), iRobot (USA), and PIAP (Poland).

Thanks to their compact size and remote-control capabilities, small robotic complexes can access hard-to-reach and high-risk areas that are inaccessible to humans. This enables the collection of analytical samples without endangering personnel lives and health. Sampling is conducted in a conventionally marked "red zone". Sterile swabs with a buffer medium are used for surface swabs. Air is aspirated at five points, water is sampled at different depths, soil is collected from the surface, and plant samples are taken from multiple points. Samples are cooled to +4°C and transported following the cold chain. Packaging, disinfection, and transportation are conducted according to WHO and IATA international requirements.

Наукове видання

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ: НАУКА, ТЕХНІКА, ТЕХНОЛОГІЯ, ОСВІТА, ЗДОРОВ’Я

Тези доповідей
XXXIII МІЖНАРОДНОЇ
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
MicroCAD-2025

Укладач *проф. Лісачук Г.В.*

Відповідальний секретар *Захаров А.В.*

Видавець і виготовлювач
НТУ «ХПІ»,
вул. Кирпичова, 2, м. Харків-2, 61002

1882